

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

COMISION REDACTORA

Presidente...... Ingeniero VALENTIN BALBIN.
Secretario...... Agrimensor EDUARDO CASTEX.
Vocales........ Dor EDUARDO L. HOLMBERG.
Dor ATANASIO QUIROGA.
D. MAURICIO SCHWARZ.

TOMO XXVII

Primer semestre de 1889

BUENOS AIRES

IMPRENTA DE PABLO E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS

680 — CALLE PERÚ — 680

1889

FISIOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA

DE LOS

MARES DEL GLOBO

Por JUAN LLERENA

(*Continuacion*).

¡No! La naturaleza, esa tan bella como soberbia matrona, no obedece al dominio arbitrario del acaso. Ella, por el contrario, sufre de él y odia ese abominable tirano sin corazon ni inteligencia, que el hombre, llamado á combatirlo con su corazon y su conciencia, lejos de luchar contra él y someterlo, vilmente lo ha adoptado por Señor y amo, dándole los más pomposos y falsos nombres, mientras él se rie y odia al hombre, que le ha sometido cobardemente su inteligencia, su voluntad, su fortuna y hasta su existencia. Porque, ¿qué otra cosa es que mero Acaso, todo ese edificio monstruoso de iniquidad que el hombre ha erigido á sus espensas, por complacer ese amo anónimo de la más perfecta mala fé? Dios dióle al hombre por guía su conciencia, su razon, su equidad natural; y este abjurando su razon, se ha dado por amo ese Moloch impío, fuente eterna de sus males, que él no se atreve á atacar, por no ofender á su inícuo señor y amo el Acaso; que se hace sordo, mudo y ciego, cuando se trata de estimular el bien y recompensar lo bueno; pero que tiene mas ojos que Argos para hacer mal, iniquidad y víctimas injustas. La naturaleza más valiente, más inteligente, más previsora que el hombre, como buena madre, no obedece á ningun amo, á ningun despotismo, á ningun acaso inícuo. Ella solo obedece á la constitucion, á la ley física y orgánica que la rige y que ella observa con la más completa buena fé y candor.

Pues bien, en el caso del tornado, la ley de la gravedad decide respecto al sitio en que ha de caer el médano. El torbellino desciende siguiendo las leyes de la gravedad, y vá allí donde sus fuerzas agotadas, esto es, el impulso recibido y la ley de la gravedad, lo prescriben, Asi, al impulso de los vientos, cambian de aspecto y de nivel las regiones. Donde hoy se estiende una llanura, mañana se alza una montaña y vice-versa..., hasta que la vegetacion, otra fuerza inteligente, toma ese médano inconstante, y lo fija en el suelo para siempre. Conozco en nuestras provincias del Interior, Cordilleras de médanos así fijadas. Reasumiendo, pues, sabemos que los remolinos de las cor-

rientes superiores del aire, descienden al suelo, moviéndose con velocidad creciente para abajo y para adelante. Así el calor mueve el aire, el aire movido enjendra el torbellino; el torbellino forma la tromba; la tromba se alza el médano y vá á depositarlo en un punto fijado por la ley combinada de la gravedad y de la fuerza del viento; la nube viene en pos de la tromba ó tornado; el aguacero en pos de la nube; el agua cae á torrentes y fija arenas y simientes que el viento ha entreverado. El calor y la humedad hacen brotar las simientes; el yuyo nace; el yuyo se convierte en mata; la mata en matorral; los matorrales en arbustos; los arbustos en árboles, los árboles en bosques y el médano queda fijado. Cuando viene el torbellino á arrebatarlo de nuevo, para trasladarlo á otro parage, los bosques sus hijos, lo protejen; luchan con el torbellino, y despues de perder algunos mechones de hojas, lo espulsan derrotado y mohino.

Todo en la naturaleza se sigue y se semeja, ¿no es verdad? y sin embargo, hay quien pretende que la arena, que los médanos del Sahara no son de arena marina; que la arena no proviene del mar y que el mar jamás ha ocupado el Sahara. La arena, decía ese teorista, la ha formado el viento; el viento la ha llevado á los bajos, y la sal y las conchas que salpican las arenas provienen de las aguas de lluvia. Solo hay una cosa falsa en esta rara esplicacion; pero tan falsa, que ella sola basta para hacerla una esplicacion imbécil; y es el viento fabricando arena, y sobre todo la arena de coral marino que se mezcla con la arena de cuarzo del granito y del gneiss primitivo; y es justamente esta mezcla lo que constituye la arena de los desiertos, por lo ménos en Australia. Todo el mundo puede cerciorarse de que la arena es hija del agua. Con todo su poder, Eolo no podía arrancar un grano de arena de las rocas duras; solo el agua puede disolver en grandes superficies esas rocas duras, dividiéndolas en finas partículas de cuarzo y de coral; sea en forma de lluvia cayendo sobre las montañas; sea en forma del agua de deshielo de las nieves y glaciares, sea en fin en forma de torrente ó de rio, siendo cosa bien sabida que no hay mar, corriente ó rio que á más de los guijos, no contenga menuda arena en su lecho.

Los ácidos atmosféricos, en disolucion en el agua (el ácido carbónico, el sulfúrico, el nítrico, la ammonia), disuelven los álcalis de las rocas que los mantienen en masas compactas, dejando libre el cuarzo puesto en forma de granos insolubles, y ambos juntos, cal y cuarzo, corren al mar arrastrados por los rios y los torrentes. Esto se comprueba con solo mirar la superficie de las rocas, tanto en las riberas

del mar, como en el interior de los continentes. Solo pues el agua puede fabricar arena; y no hay corriente de agua que no la fabrique, hasta por trituracion de las rocas unas con otras y contra el suelo, al ser arrastradas por las aguas ; y no hay corriente que no contenga en su lecho rocas, pedregullo, guijos, grava y arenas finas, que no son sinó las diversas formas de esta trituracion, desde el grano de arena, hasta el peñasco rodado y redondeado. Y entretanto, hasta hoy se ha visto al viento fabricar un solo grano de arena, soplando sobre las rocas duras ó blandas. Lo único que él hace, y lo único que le es dado hacer, es transportar los granos sueltos de arena que las aguas han abandonado, transportándolos en más ó menos cantidad de un punto á otro.

En el mar, la arena arrastrada por rios y torrentes; y las formadas por el embate de las olas en la ribera marítima, constituyen el lecho de este, lo mismo que del delta de los grandes rios y estuarios en su desembocadura en el mar; el agua conteniendo la cal de las rocas en solucion, penetra más adentro en el mar y suministra á los corales, los moluscos y crustáceos grandes y pequeños, que en él viven, los materiales para formar las rocas y las conchas y carapacios calcáreos y silicosos dentro de los cuales viven, que son los materiales de la calcárea; ó en forma de agua caliza el cemento que hace compacta la arenacea formada más adentro. Dos rocas se forman incesantemente en estos depósito, la arenacea en la ribera, las calcáreas, coralina ó nó, más adentro. Sobre las rocas más antiguas, el pólipo del coral edifica sus viviendas calizas, y de ahí zonas enteras en los desiertos atravezados por arenas coralinas, en las edades cuya temperatura ha favorecido el desarrollo del coral. La sola presencia pues de arenas coralinas en los desiertos Australianos, hoy comprobada, lo mismo que en el Sahara, prueban el orígen puramente marítimo de sus arenas.

Las erupciones volcánicas y los terremotos vienen en seguida y aumentando las ruinas de los mantos solevantados, forman las cadenas de las montañas, sea constituyendo cordones paralelos de arenacea, de calcárea y de rocas ígneas, formando promontorios ó sistemas ailados, ó de otro modo, segun la naturaleza de la conmocion. El viento se dirá, soplando sobre una roca arenácea muy blanda, puede desmenuzarla y formar arena. Mas esta arenácea, como todas las arenáceas blandas ó duras, vienen del mar; y entónces es el mar en definitiva, el agua, el verdadero autor de las arenas, y no el viento. Fuera de que no existe roca tan blanda, que el viento pueda desmenuzarla; y él

solo puede arrastrar las arenas de antemano desmenuzadas por las lluvias, ó por la intemperie. Se vé pues que de todos modos son las aguas las que han dado orígen, no solo á las primeras arenas, sinó aún á aquella proveniente de la arenácea blanda, que el viento no podría en ningun caso desagregar en grande escala; y es el agua en realidad la que conduce al mar la arena de segunda ó tercera formacion, despues de disorverla en las rocas donde se encuentra aglomerada. Pero estas arenas de segunda ó tercera formacion pueden no consolidarse por la presion prolongada de las olas; puede entónces formar lechos y médanos de arena suelta sobre las riberas del mar; y el viento desmenuza estos lechos y estos médanos de arena suelta, conduciendo en sus rápidas olas las menudas arenas al interior de los continentes. Se vé pues que el agua forma la arena, y el viento no hace otra cosa que internarla tierra adentro. Es pues Neptuno con su tridente el que en primer lugar demuele las rocas. Eolo con sus odres no hace sinó desparramarlas en todas direcciones, despues de desmenuzadas por el tridente del gran Dios marino.

El padre de la historia, hombre de genio, como todo inventor... de genio, que ha escrito una obra que hoy mismo, despues del transcurso de 24 siglos, se lee con un indecible interés, mientras conocemos tantos historiadores de ayer, cuyas obras son insorpotables hoy; Herodoto, decimos, comprendió al vuelo la importancia de la cuestion y dá detalles preciosos. «En el Sahara, dice, cada 10 millas hay un lago salado ó un depósito de sal; hay tambien agua dulce, y allí donde hay agua dulce (en los Oasis, antiguas Islas del Mar Sahara) hay habitantes.» Ahora bien, esta es una pintura exacta de lo que se pasa en los arenales boscosos... y sin bosques del Oeste de Australia: cada tantas millas, un lago salado ó un barrial salitroso.

En general, todo desierto arenoso como el de Sahara, como el de Arabia en el viejo continente; como el de Piura; como el de Atacama en el Nuevo Mundo, han debido ser en su orígen un lecho de mar. El viento, despues de emerjidas esas zonas arenosas, ha podido en seguida con su soplo poderoso, distribuir esas arenas, acumulándolas en los bajos, de conformidad con las leyes de la gravedad; denudando al mismo tiempo de sus arenas sueltas las mesetas y los páramos en «El Hammada» del Sahara, ó mejor, de la Libia, puesto que á esa zona corresponde. Pero de todos modos y siempre, son las aguas y el mar los que en definitiva son los verdaderos autores y formadores primeros de las arenas. Las arenas Australianas no pueden ser una escepcion á esta regla general, tanto más, cuanto sus arenas se hallan entreveradas

de granos coralinos. Esto como otros muchos de sus rasgos y peculiaridades prueban que ellas como sus congéneres, sacan su orígen de las aguas; han sido lecho de mar; y esto es tan evidente hoy en esta grande isla, como lo era en el Sahara en tiempo de Herodoto.

Tambien hay agua dulce, que los *squaters* ó grandes estancieros australianos, saben aprovechar bien. Aquí, como en el Sahara, hay quien trata de negar una cosa evidente é innegable, cual es la antigua residencia del mar en esas llanuras bajas, recien emergidas. Pero esto equivale á negar la luz. Aún suponiendo ausentes los rasgos neptunianos, que nos revelan la verdadera procedencia de esas arenas; solo su naturaleza coralina en parte, bastaría para señalar su orígen marítimo, dado el caso que nada dijesen las salinas y los lagos salados. Pero ellos dicen, las aguas de lluvia arrastran esa sal y la depositan al evaporarse en los bajos. Esto es evidente. Pero ¿ de dónde sacan esa sal las aguas de lluvia? Ellas no la traen de las nubes; estas no contienen una partícula de sal, puesto que la sal no se evapora, ni aún en los alambiques, y que las nubes son vapor. Es claro entónces, que esa sal debe provenir de las arenas sobre las cuales corren las aguas. Y si esa arena contiene sal, esta es una prueba adicional incontrovertible, de su orígen marítimo. Porque solo el mar produce y ha producido la sal, aún en las minas de sal-gema, que son depósitos de los mares geológicos.

De todas maneras, se vé, hay que venir á parar en el orígen acuático y marítimo de los grandes arenales del globo. Con solo soplar el viento no puede demoler las rocas; y la arenácea más blanda la demolería tan lentamente, que necesitaría siglos para arrancar una onza de arena de un metro de superficie; mientras á estas las vemos acumuladas por millones de millones de toneladas en todos los desiertos, en todos los continentes y en todas las riberas, aún allí donde no existen arenáceas blandas que el viento pueda demoler. Solo las aguas, con sus propiedades denudantes y erodientes, diluviando á un mismo tiempo sobre continentes é islas, disgregan las rocas en vastas extensiones y arrastran las arenas y los álcalis al mar. Es allí el receptáculo general de las arenas formadas por las aguas; y cuando un continente se alza sobre el nivel del mar, la zona ribereña que ha servido á este lecho, forma un arenal, y sus islas volcánicas ó nó, forman sus montañas ú oásis. Si las aguas siguen humedeciendo el desierto en forma de lluvia, este se cubre de vegetacion como en las pampas, en las estepas, en las llanuras centrales de Australia, terrenos todos recien emergidos de los mares, pliocenos ó cuaternarios.

Si la sal del suelo y la seca del cielo se reunen, entónces el viejo lecho marino queda desierto y árido como el Sahara, el Cobí, Atacama. Los vientos amontonan los médanos en los bajos, mientras los páramos y mesetas, quedan desnudos y pedregosos, como sucede en Atacama, en « El Hammada » del Sahara y en el interior de Australia. Pero esto no impide que las arenas tengan un orígen acuático, y que los desiertos arenosos hayan sido lechos de mar, como lo han sido todas las tierras y continentes con cortas excepciones. El único rol del viento aquí, es distribuir, cuando secas, las arenas formadas por las aguas. Tal es la verdadera doctrina esplicativa del orígen de las arenas, de los desiertos y de los páramos y mesetas.

III

ENCOUNTER-BAY. — BOCAS DEL MURRAY. — ISLA KANGAROO. — GOLFO DE SAN VICENTE. — PUERTO DE GLENELG. — SPENCER-GULF. — PARTICULARIDADES DE LA COLONIA DE SUD-AUSTRALIA.

Pero el sol se vá, y la costa sigue arenosa y boscosa á la distancia, proyectándose en grandes curvas por encima de la superficie nivelada del mar. De cuando en cuando, un cabo y un blanco faro, animan y varían la monotonía de la perspectiva lineal de la costa, dominadas por alturas medanosas de arenas blancas, salpicadas de una vegetacion negrusca; á veces con el carácter de altos bosques de *eucaliptus;* y á veces con el del *Mallee*, matorral que es á la manera de nuestra jarilla; pues nuestra *jarilla* es leguminosa en medio de nuestros bosques leguminosos; mientras el *Mallee* es eucalíptico, en medio de los bosques eucalípticos de Australia. Pero su aspecto es diferente, y el *Mallee* no tiene ese aroma resinoso peculiar de nuestra jarilla, y tan grato y saludable despues de un aguacero. De todos modos el *Mallee* es el característico de los despoblados Australianos; como la jarilla y la zampa son el característico de los déspoblados Cuyanos, Riojanos, Catamarqueños, Salteños, etc.

El *Mallee* y el *spenifex* que hacen rabiar pasablemente á los *Squatters*, robándoles sus adorados pastos graminescentes. Por lo menos así lo creen ellos; pero de creer á ser cierto, hay más distancia que

del *dicho al hecho*. La verdad es que sin la proteccion de esa vegetacion resistente, coriácea, en esos áridos desiertos, sin agua en el aire y en el suelo; ó mejor, con fuego en el aire y el suelo, los pastos sucumbirían del todo; y es solo á la fresca sombra de los matorrales del *mallee* que pueden propagarse y conservarse. Pero el *ávido colono* como los llama Virgilio

Ut quambis, ávido parerent arva colono.

no mira esto; él se precipita á destruir los matorrales del *mallee* y del *spinifex*, única vegetacion capaz de resistir al desierto; vegetacion que impide á los desiertos australianos convertirse en un verdadero Sahara; siendo de temerse que la destruccion completa de esa vegetacion protectriz, en una vasta escala, llegue á convertir en un verdadero desierto, regiones hoy todavía habitables.

No son las híspidas vegetaciones del desierto, saludables á pesar de su rusticidad misma, sinó más bien el clima adverso, lo que debieran combatir los colonos ingleses. Ahora bien, ese clima árido no puede ser combatido sinó como se le ha combatido en nuestro país, con numerosas *represas* de las aguas llovedizas, que de otro modo se pierden, disminuyendo su accion benéfica. Pero el *squatter* no vé, ó no quiere veer sinó lo que le quema los ojos; y lo que le quema los ojos es el *mallee* y el *spinifex*: son dos diablos azules. Porque todo lo que él adora las verdes matitas del *kangaroo grass*, odia al *mallee* y al *spinifex* que él cree le arrebata los jugos de la tierra, cuando en realidad su accion es benéfica. Muchas veces nos sucedió, al escuchar sus quejas contra el *maldito mallee*. como ellos lo llaman, el consolarlos nosotros hablándoles de la feracidad de nuestro suelo, el cual puede mantener cuatro ovejas por acre en el año; mientras en sus campos de *mallee*, ellos necesitan cuatro acres para una oveja. Esos hombres llegaban á saltar de sorpresa y de gusto sobre sus asientos; y de buena gana se habrían trasportado en aquel momento á nuestro país con sus majadas merinos, sus vacas angus y sus yeguas *thoroughbred*; sobre todo cuando les aseguramos que en él no había conejos ni kangaroos, que los *squatters* miran como la peste de éstas regiones, en la suposicion de que se devoran el pasto de sus ganados.

El mar, de un color sombrío é indeciso, se aproximaba al verde ó al azul, segun que nos aproximábamos á las costas, ó que nos alejábamos de ellas. Nuestros compañeros de viage de fuera del vapor, ver-

daderos marinos esos, los delfines y las gaviotas, me servían de gran entretencion. Estas últimas, infatigables para volar, seguían revoloteando el rápido *steamer*, haciendo en cada paso, doble marcha que él, pues no se limitaban á seguir recta la marcha de la infatigable máquina marina, sinó que pasaban y jugueteaban en torno de él. Con la misma asombrosa agilidad los delfines se mueven en el agua y persiguen su presa ó su capricho, dando tremendos saltos con una agilidad y una gracia sorprendentes. Estos delfines son grandes peces, de un gris azulado, y blanco, casi azul y blanco; nadan siguiendo los vapores por bandadas; y se mueven, brincan y saltan al unísono con gran gusto al parecer, y con gran agilidad. Pero la noche ha tendido su sombrío velo sobre mares y tierras: y al día siguiente amanecimos en los mares mansos y bonancibles que separan la isla del Kangaroo del continente.

Aquí las costas continentales se elevan y asumen un carácter diferente del que hemos descrito. Islas y riberas adyacentes son todas elevadas y de un carácter primordial, granítico, evidente. Indudablemente, desde las más antiguas edades del globo, aquí delante del antiguo golfo, que ha debido ser la entrada del mar terciario que dividía la Australia en dos grandes islas oblongadas, ha existido desde entónces, y desde mucho antes de esa edad, un gran archipiélago de islas graníticas de vasta extension que han servido de núcleo al continente, cuando llegó la época de su ulterior surgimiento. Por lo demás, islas y costas se presentan elevadas, accidentadas, redondeadas y de un aspecto exterior agradable, sinó muy pintoresco.

Las costas continentales, análogas por su conformacion exterior y aspecto, á las costas de la península Ibérica, en el continente europeo que hemos descrito en otra parte, tienen la misma apariencia y carácter general; solo que las aguas no son tan abundantes al parecer; no se ven cascadas ni rios que desciendan al mar; la poblacion es infinitamente más escasa, como infinitamente más reciente; presentándose estas costas Sud-Australianas casi desiertas al parecer, excepto en el Cabo Bernouilli, al comenzar Encounter-Bay, donde brilla un faro acompañado de varios edificios.

Sin embargo, las poblaciones y los puertos son numerosos allí, aunque invisibles. Porque en Encounter-Bay, no debe olvidarlo el lector, se encuentra la embocadura del Murray y el bello y poético lago ó estuario en que termina el Lago Alexandrina. En esa parte por lo demás, la deficiencia de agua que caracteriza estas costas, cesa de tener lugar, sucediéndole un efecto opuesto. Porque allí se

agolpan numerosas é importantes corrientes, que sacan su orígen de la cadena del Monte Lofty, que domina á Adelaida, la capital meridional. Las principales de estas corrientes son los rios Wackefield, Gawler, Torrens y Hokaparinga; pero sobre todo por las aguas del gran sistema del Murray, el rey de los rios australianos. Este rio lo hallamos muy estrecho al pasarlo cerca de su orígen, en Albury. Pero más abajo del punto indicado, recibe numerosos y considerables tributarios, y para adelante cesa de ser el rio insignificante que entónces conocimos. Desgraciadamente para la completa utilizacion de este magnífico sistema, su desembocadura en la longitud de los 139° E. se halla espuesta á toda la violencia de las olas del océano austral, cuyas olas contrarrestando su corriente, producen la formacion de una barra móvil, deplorable obstruccion á la navegacion del bello lago y del bello rio, y de sus caudalosos tributarios.

¿Se creerá que á esta dificultad se busca todavía una solucion, que aún no se ha encontrado, tal vez porque hay interés en no encontrarla? Tal vez solo al hombre y á la sociedad humana le acontece esa cosa rara, de que hay intereses superiores á su interés, y conveniencias superiores á la conveniencia general. Si á los carneros les atajan el camino de sus pastos y de la satisfaccion de sus otras necesidades igualmente lejítimas, de seguro ellos saltarán la barrera y correrán en busca de su alimento. Al hombre no le es permitido obrar con esa misma lógica. ¿Hay una compañía interesada en que vivamos á oscuras ó á media luz? Pues de seguro que el público y el mundo entero se quedarán sin luz siglos y siglos, nada más que porque hay uno interesado, contra la necesidad y conveniencia de millones, de tenerlos mal alumbrados. Tal es, más ó menos, la causa que mantiene cerradas las bocas del Murray. Su barra, en efecto ha criado intereses en los puertos inmediatos que son un obstáculo á toda tentativa formal que no nazca de un esfuerzo sério del gobierno. No hay más que recordar lo que ha sucedido por larguísimos años con el puerto de Buenos Aires, para comprender esto. Recien se piensa en comenzarlo, cuando hace 20 años que debiera estar terminado. Así, en el Murray, hasta el año de nuestro paso, mientras se *piensa* en ensayar el efecto de las poderosas dragas recientemente adquiridas por el gobierno Sud Australiano, dicha barra es un obstáculo insuperable para la navegacion de los grandes buques en baja mar; y un obstáculo sério y peligrosísimo en todo tiempo para embarcaciones que puedan calar arriba de 7 piés de agua.

Fuera de la barra, las poblaciones y los puertos son numerosos allí aunque invisibles, á la distancia á que pasamos en el poderoso Steamer de la compañía Peninsular y Oriental. Por todo, el quieto y reposado mar, semejante á un lago alpestre por su imperturbable mansedumbre, se halla cruzado de numerosas naves que lo surcan á velas plenas, mediante una brisa favorable, suficiente para dar impulso y marcha á los buques de vela; pero apenas si risa la plácida superficie del quieto mar de un verde sombrío, y rielante á los primeros rayos del sol matinal.

Indudablemente los paisajes australianos son bellos aquí, aunque no tan pintorezcos como las riberas de Sydney ó Brisbane; pero su aspecto es más magestuoso, más suave, más europeo, como si dijéramos. Las yerbas en las colinas se presentan secas despues de una estacion estival abrazadora, como en las costas americanas del Pacífico; pero los bosques que coronan las alturas, con ese verde uniforme, un tanto sombrío, que caracteriza la vegetacion de perenne follage, presentan un aspecto más comun y menos australiano por la forma de su copadura. Ellos pertenecen sin duda á esa misma bella familia eucalíptica, que á algunos fastidia en Australia, pero que á mi me encanta, y cuyas formas son tan variadas, como si en ella coexistiesen muchas familias juntas, segun ya lo hemos espresado.

Las costas siguen para adelante de un carácter constantemente granítico y accidentado, á partir del cabo Bernouilli; siempre coronadas de bosques elevados, aunque su aspecto es árido por el completo desecamiento de los pastos, convertidos en heno ó paja amarilla, por los secos ardores del estío sud australiano. Esas mismas costas, en una estension favorable, deben presentarse verdes y risueñas, como las faldas arboladas de las floridas colinas en los parques de Sydney. Porque toda esa region no es en realidad sinó un bello y vasto parque de suelo granítico, adornado de magníficos bosques, y en la estacion oportuna, de verdes faldas y praderas. Pues Astralia es grande, variada y bella, por más que hablen de su monotonía los que no saben apreciar las cosas en su verdadero punto de vista. El mar por su parte, frente de esas bellas costas, asume vistas más gayas y agradables, un verde menos sombrío, si bien no es la esmeralda de Rio Janeiro, ó la turquesa de San Vicente. Aves variadas, azules y de diversos colores, vienen á revolotear en torno del gran *steamer*.

Al aproximarnos á Adelaida, ó mejor, á Glenelg, uno de sus puertos inmediatos (porque Adelaida está situada entre puertos, como

Aukland, aunque no pertenecientes á océanos y rumbos distintos, como esta última), el cordon costero de alturas graníticas parece retirarse un tanto de las costas, las cuales se ensanchan, y las poblaciones rurales, con sus largas calles arboladas y rectas, sus edificios y sus *spires* se diseñan sobre el fondo pajizo de las planicies, salpicadas de árboles de un tinte más sombrío. Cerca del puerto las alturas graníticas se alzan en cuchillas más elevadas, y cubiertas de bosques más densos, y el puerto de Glenelg, poblado de naves y en forma de media luna, se presenta á nuestra vista.

La ciudad se estiende sobre una llanura al borde de una playa arenosa, encorvándose en forma de gancho, á alguna distancia de las cuchillas graníticas. Un gran vapor se halla en el puerto, el *Parramatta*, que ha llegado de Ceilan contagiado de viruela, y el cual en consecuencia, ha sido puesto en cuarentena: tambien se ven algunas otras pequeñas embarcaciones. Glenelg es el más insignificante puerto de todos los muy bellos que hemos conocido en Australia. Los grandes vapores tienen que anclar á gran distancia de los muelles, á los cuales solo pueden aproximarse botes: la poblacion se estiende en un arenal; pero en un arenal que no es estéril, pues se halla cubierto de árboles y de una vegetacion propia, sombría, que contrasta con la blancura de las arenas bajo un ardiente sol sin nubes; un verdadero sol australiano, seco, ardiente y ofuscante. Hay un ferro-carril que liga á Glenelg con Adelaida, el cual muy pronto nos debe conducir á la capital de Sud Australia. Por lo demás, el golfo de San Vicente (el segundo de este nombre; hé ahí un inconveniente de los santos y de la devocion, pues evidentemente se pueden reunir una veintena de San Vicente, que pondrán en gran apuro á los repartidores de correspondencia); el golfo de San Vicente, decimos, en que se halla Glenelg, es tan vasto en su embocadura, que no se alcanzan á distinguir las riberas opuestas de la península de York ; y menos por consiguiente las riberas aún más distantes del golfo de Spencer, ó de sus islas Thistle y Banke que se hallan en la otra parte, al noroeste.

Aunque cerrado, el golfo de Spencer tiene el aspecto de un vasto mar abierto, y es en realidad un magnífico golfo profundo, el cual penetra hasta los grandes lagos interiores del continente (el *Lake Torrens*, ligado tambien con el Lake Eyre, mayor y más interiorizado). Aunque las aguas del Lago Torrens, no son muy saladas, pues provienen esclusivamente de las lluvias, pero el suelo en que se estienden es salado, lodoso, hundidizo y arenoso, con todos los signos

de haber sido el lecho de un antiguo mar, ó brazo de mar; y como se halla en la direccion del golfo de Carpentaria, otra edentacion aún más profunda del suelo de Australia por el mar, en la direccion de la anterior, la conclusion es lógica: ambos profundos golfos han estado unidos en una edad no muy remota, siendo esto tanto más evidente, cuanto todo el espacio intermediario, se halla cubierto de arenas marinas y de guijos rodados, señales del paso de las olas marinas; que han debido rebullirse, en ese hoy árido lecho del interior australiano.

Inmediatamente de anclado el vapor, nuestro primer cuidado fué tomar un bote y dirijirnos á los muelles de Glenelg. El aspecto exterior de este puerto ya lo hemos descrito. Es una playa de baños, más que un puerto; se halla á poco más de dos leguas al S. S. O. de Adelaida. La poblacion debe pasar actualmente de más de 3000 almas; 2300 daba el censo de 1883. Pero la ciudad es magnífica, con edificios de muchos pisos, los cuales solo se llenan en la estacion de los baños de mar, en que estábamos; y en esa estacion, la ciudad contiene mucho más poblacion que la indicada; de ahí el que su aspecto sea el de una ciudad de 20,000 y no de 3000 almas. Dos ferrocarriles la ligan á Adelaida; la cual tiene además un puerto propio, con un ferro-carril llamado Port-Adelaide, en el otro costado del golfo. No necesitamos decir que tiene lo que toda ciudad inglesa grande ó chica, á saber, un buen edificio de correo, telégrafo, bancos, seguros, escuelas, instituto mecánico (colegio de artes y oficios, que hay en Australia hasta en ciudades de 500 almas), templos, hoteles, magníficos parques, jardines públicos, etc. Tiene buena provision de agua y se halla alumbrado á gas. Se piensa mejorar este puerto y adaptarlo para la carga y descarga de los grandes vapores, que hasta ahora fondean lejos de los muelles.

En un salto estuvimos en Adelaida, la capital de Sud Australia, que dista 6 $^{1}/_{2}$ millas por el ferro-carril. Esta ciudad se halla más ó menos en la misma latitud que Buenos Aires; pero en un clima más ardiente y seco, y en posicion inversa; esto es, tiene el mar al ocaso, mientras Buenos Aires lo tiene al naciente. Su posicion exacta es en los 34° 57′ lat. S.; y en los 138° 39′ long. E. Adelaida, á más del asiento del gobierno colonial, es la sede de un episcopado anglicano. La ciudad se estiende á las márgenes del rio Torrens, 6 millas al Este del golfo de San Vicente; siendo Port Adelaide su punto de contacto directo con el mar; un buen camino carretero y un buen ferrocarril la ligan á dicho puerto. Hállase situada sobre un hermoso llano

á los piés del Mount Lofty, cadena de montañas que se alza á una distancia de 4 á 8 millas, circuyéndola del lado del este y del sud. Son estas montañas las que separan á Adelaida del lago Alexandrina y de la embocadura del Murray. Así, hay un buen camino que liga esos dos puntos, no siendo la distancia del bello lago y del magnífico rio, mayor de 15 millas. El progreso de esta ciudad no ha sido tan rápido como el de otras capitales de Australia; más su desarrollo ha sido no obstante, considerable y constante. Despoblada un tanto, cuando los grandes descubrimientos auríferos de Victoria; pasada la fiebre del oro, la ciudad volvió á repoblarse y á adquirir un próspero aspecto; y hasta la hora presente, ha continuado en progresar y estenderse. En su plano original Adelaida comprendía 1040 sitios ó lotes de un acre cada uno. Se halla dispuesta en forma de cuadro, con calles que se cortan en ángulos rectos, algunas plantadas con árboles y formadas de dos porciones, á saber: Adelaida Norte y Adelaida Sud, separadas por el rio Torrens. En la última se halla el centro de los negocios; la otra es empleada principalmente como residencia. El rio Torrens que la divide, se halla atravesado por 4 macisos puentes de hierro. La ciudad ocupa 1042 acres, pero sin incluir en esta cuenta sus anchas y bien aereadas calles; ni sus magníficos parques y jardines públicos, los cuales ocupan por sí solos 2610 acres.

La renta anual que pagan al fisco las propiedades raíces de Adelaida, pasan de 400.000 £ (2 millones de duros). La ciudad contaba en 1883 unas 8200 casas. Pero hoy, al paso del progreso inglés, debe contar lo menos 9000. Los confines de la ciudad forman cuatro *terrados*, esto es, magníficos jardines con residencias; terrados que se estienden á los cuatro puntos cardinales. Voy á daros una idea de ellos. Una tarde que había yo salido á caminar por los alrededores de la ciudad, me encontré de repente en medio de calles formadas por jardines y palacios esplendidos, morada de los opulentos vecinos de la ciudad. Nada puede espresar el lujo, la riqueza, el buen aire, la belleza, que solo reconocen rivales en Melbourne; porque la capital de Victoria tambien tiene sus *terrados* como Adelaida, si bien se me olvidó hablaros de ellos. Debemos aquí hacer una advertencia que puede sernos provechosa.

Toda ciudad fundada ó proyectada por Ingleses, contiene, además de los centros de poblacion, parques y jardines centrales que deben darle aire, salubridad y belleza, lo que ellos llaman *reservas*, esto es, terrenos adicionales que puedan servir para el acrecentamientodla nu e va

ciudad, dado el caso ella llegue á estenderse y prosperar más de lo calculado. Esas *reservas*, que al principio no cuestan nada al Estado, porque se separan del terreno general que cuesta poco ó no cuesta nada, sirven en los primeros tiempos, como una adicion á los parques y jardines de que la ciudad se halla dotada por su plan primitivo; allí se forman recreos, picniks, tiros, canchas de bolas (bowlinggreen), etc., etc. Ahora bien, ¿llega la ciudad á adquirir una gran importancia, como Melbourne y Adelaida? Esos terrenos valen un dineral; y el gobierno, los municipios, ganan millones por esas reservas hechas para el porvenir. «El buey que se come el potrero entero, en un solo dia (esta es una máxima Inglesa) revienta; el buey que deja pasto para mañana y pasado mañana, vive y engorda feliz muchos años, hasta que le llega su término (como á hombres y animales les llega, porque todos tenemos que morir, y es mejor morir alegremente, que tristemente, como lo hacen los Trapenses).

Pues bien, en Norte Adelaida existen cuatro reservas llamadas respectivamente Wellington Square, Brougham Place, Palmer Place y Robert Place. A mas de estas *reservas*, hay otros jardines en Sud Adelaida, llamados respectivamente los *Squares* Victoria, Hindmark, Light, Whitmore y Hurtle. El gobierno municipal de Adelaida es de una data anterior al de las otras capitales Australianas. Nacida de una compañía de comercio, pudo disfrutar de este privilegio antes que los otros establecimientos fundados por el Gobierno. Como es sabido, el ideal de los gobiernos vulgares que hasta hoy conocemos, es el despotismo; y ellos acuerdan lo más tarde que pueden, ó mejor, solo ceden á una fuerza mayor, la libertad más legítima, como es el gobierno municipal. Entretanto, las compañías de arreglo sobre tierras, lo que quieren es hacer valer sus tierras; para hacerlas valer, necesitan poblarlas; y para poblarlas, entre Ingleses, necesitan dotarlas cuanto antes del gobierno municipal. Hé ahí por qué Adelaida, fundada pr una compañía particular, obtuvo con mucha más anticipacion sus libertades, esto es, sus instituciones municipales, que las colonias fundadas por el gobierno, y que por consiguiente eran el objeto de la depredacion de todo género de influencias empeñadas en darles la libertad, esto es el gobierno municipal, lo más tarde posible, y solo como quien dice, cediendo á la fuerza.

En consecuencia, Adelaida se halla dividida en seis cuarteles, cada uno de los cuales nombra dos municipales; el Mayor ó intendente Municipal es nombrado por todos los cuarteles á la vez, esto es, por la masa de todos los contribuyentes, y está destinado á impartir armonía,

conjunto é imparcialidad inteligente y previsora á las resoluciones municipales. La calle que en Adelaida es el centro de los negocios y lugar de exhibicion de sus más bellas tiendas y joyerías, es King-William Street, magnífica calle ancha y adornada de ricos y de grandes edificios, como la de Collins Street en Melbourne; corre de Este á Oeste, y tiene cerca de una milla de largo. Sus edificios públicos son numerosos y comprenden la casa de Gobierno, la casa Municipal, con un magnífico órgano y una elevada torre de 145 piés de alto; con un reloj y un juego de música de 8 campanas á la Inglesa, de una armonía simple, suave y agradable, siendo la única clase de repique permitido en una ciudad Inglesa. Música infinitamente superior y preferible al ruido descompasado y bárbaro de los campanarios, que se tocan á mano dentro de ciudades estrechas, para tormento de los oidos de su vecindario.

La casa de telégrafos y correos es una bella estructura de piedra blanca con torre y reloj. La casa de Gobierno es un magnífico edificio de piedra, comprendiendo la Casa de justicia, las Cámaras y la Policía. El Instituto Sud-Australiano (Colegio de Artes y Oficios) tiene museo y biblioteca de 30.000 volúmenes. El Nuevo Instituto que se construye en North Terrace, vá á ser magnífico. Hay otros muchos y magníficos edificios de piedra labrada, como ser Clubs, Bancos, templos, etc. Entre los Hospitales y Asilos, los hay tambien con bellos frentes; el edificio de la Nueva Universidad de Adelaida es bellísimo, ó mejor imponente. Hay muchos y cómodos Hoteles. La ciudad tiene para su provision, las aguas de algunas represas ó receptáculos de agua en el valle Hope y en Thornthon Park, á pocas millas de Adelaida, los cuales reciben las aguas del rio Torrens, y las aguas son conducidas á la ciudad por un acueduto abierto. Los dos receptáculos pueden contener juntos 1024 millones de galones. En 1883 acaba de construirse en North Adelaide, un receptáculo para la distribucion de agua en la ciudad, de la capacidad de un millon de galones. El aparato de bombas y caños de la ciudad puede espender 5 millones de galones por dia. El consumo medio de la ciudad varía de 2 á 5 millones de galones diarios. Un dique ataja las aguas del Torrens y forma con ellas un lago magnífico. La ciudad está iluminada á gas desde 1863.

El jardin botánico que es bellísimo por su disposicion y sus colecciones de plantas, ocupa una área de 40 acres. Tiene un magnífico invernáculo de hierro y cristal, para dar abrigo á las plantas tropicales en el invierno: pero en el clima de Adelaida, mucho más cálido que el de Buenos Aires en la misma latitud, son pocas las plantas

que exigen esta precaucion, siendo el hielo, ó mejor, la helada, un lujo desconocido en Adelaida, á no ser en las cumbres del Mount Lofty, que la abrigan contra los vientos frios del Sudeste y del Sud, que en nuestro país tienen un libre acceso, y si refrescan la temperatura, tambien la salubrifican. Adelaida se alza en medio de arenales, boscosos, es verdad, pero no por eso dejan de contribuir á elevar mucho su temperatura. Los jardines han sido ensanchados á expensas de North Park, y contienen un «Museo de Botánica aplicada», y un jardin Zoolójico ó coleccion de animales vivos de todos los paises. Tambien han sido agregados á estos jardines unas vastas praderas que se estendían al Norte del Torrens, convirtiéndolos en un magnífico Parque, con calles sombreadas y floridas, y bellos *drives* para carruages. Este que se llama el Parque del Jardin Botánico, tiene 84 acres de estension. Háse construido un magnífico palacio Vice-réjio para residencia de estío del Gobernador, en Marble Hill, alta y pintoresca eminencia, á 200 piés sobre el nivel del mar, sobre las faldas del Mount Lofty, que domina las espléndidas aguas de esmeralda de la bahia de San Vicente, con sus altas crestas rojizas. Creemos que el nombre de Marbl Hill se ha dado á la eminencia, en alusion á contener canteras de un bello mármol.

El palacio Vice-real á que hemos hechos alusion, es de piedra y adornado de una elevada torre. La ciudad de Adelaida es además, el punto de partida y de acceso de numerosos ferro-carriles y líneas telegráficas; de ella parte el ferro-carril trascontinental, que debe ligarla con Port Darwin, y que hoy ha pasado de Farinah en el distrito de los Lagos, donde nosotros lo dejamos á nuestro paso; y es el punto de arribada de un ferro-carril que la liga con Melbourne, uno de los más estensos de los que hoy funcionan en Australia. El telégrafo trascontinental, que liga Australia con el cable telegráfico que viene desde Inglaterra, tiene tambien su punto de arranque de Adelaida, de donde tambien arrancan las otras líneas que la continúan, ramificándose con los otros Estados y con los cables sub-marinos que ligan á Tasmania y Nueva Zelanda telegráficamente con Australia y con el mundo. Las calles de Australia se hallan además cruzadas por numerosas líneas de tramway á sangre y vapor. Los diarios y periódicos de la capital meridional son numerosos, distinguiéndose el «South Australian Register» que cuenta más de 10.000 suscritores. La ciudad, en 1887, contaba cerca de 45.000 almas y cerca de 9000 casas. Añadiendo la poblacion de sus suburbios ó barrios, que como sabemos, son partes de la ciudad, equivalentes á nuestras Parroquias porteñas, su poblacion

real es de 70.000 á 80.000 almas. A más de los ferro-carriles que ponen en comunicacion Adelaida con las otras Colonias, cuenta caminos carreteros y líneas de vapores costeros y trans-oceánicos, que la ligan con las otras colonias y con toda la Tierra. En 1883 habían cuatro líneas de vapores transoceánicos que ponían en comunicacion Australia con Europa casi diariamente.

Pasando ahora á bosquejar á grandes rasgos esta interesante colonia, aunque llamada Sud-Australia, ella no ocupa en realidad sinó la zona situada al Noroeste del Territorio de Victoria, á quien en justicia corresponde mejor la designacion de Australia Meridional. Como quiera, esta Colonia confina al Oeste con Australia occidental; al Este con Victoria, Nueva Gales del Sud y Queensland; al Sud con el Océano Pacífico Austral; al Norte, con el Golfo de Carpentaria y el Océano Indico; poseyendo un desarrollo litoral de 200 millas.

El territorio cuyos límites acabamos de bosquejar, forma un país de una naturaleza y clima muy variado á causa de su vasta estension; presentando magníficos llanos de tierra cultivable; cadenas de montañas que se estienden por centenares de millas, y cubiertas de bosques de eucalyptus de gran magnitud; pintorescos y deliciosos valles y llanuras áridas sin vegetacion ni agua; pero que no obstante contienen bajo su superficie riquezas metálicas increibles. El territorio Norte que, como sabemos, pertenece á Sud Australia, despues de explorado ha resultado ser, no el desierto pedregoso y árido, especie de «El Hammada», que se suponía; sinó un país conteniendo vastas estensiones de buenos pastizales, bien regado y adaptables para crianzas pastoriles y aún para cultivar en cierta estension; haciéndose además importantes descubrimientos auríferos, hoy en esplotacion, destinándose grandes áreas al cultivo de la caña dulce.

Las llanuras cultivables se estienden desde Adelaida al Sud, hasta el Mount Remarcable en el Norte. Estos llanos se encuentran flanqueados en su parte Oriental por una Cadena de Montañas de mediana elevacion, la cual corre de Sud á Norte con interrupciones á veces de 300 millas, terminando en el Cabo Jervis, la punta más avanzada al Sud del Golfo de San Vicente. Mas allá de esta cadena al Este ó Noroeste, y antes de llegar á la region de los *Scrubs* ó Matorrales del Murray, el país se presenta quebrado y montañoso, cubierto de buenos bosques y presentando una gran estension de bellas tierras agrícolas. El valle del Rio Murray varía en su ancho, desde media milla, hasta una milla, frente de Adelaida; componiéndose de fértiles depósitos aluvionales, cubiertos en muchos parajes, de altos *eucalyptus*.

Al travez de toda su estension corren crestones de cálcarea coquillaria de 100 á 300 piés de elevacion; los cuales se alternan de un costado del valle al otro. En cada costado del Rio, el país se presenta cubierto de esos vastos matorrales de *mallee* (*eucalyptus dumosa*) sin agua, presentando á veces praderas abiertas y pastosas. Entre el Murray y los límites Occidentales de la Colonia, despues de pasar la region de matorrales de *mallee*, se presentan los ricos distritos agrícolas y pastoriles de Mount Gambier, con sus puertos en las bahias de Guichen y Macdonnell. Todo este distrito presenta vestigios de accion volcánica.

El aspecto exterior de Sud Australia es en extremo interesante, presentando á manera de un inmenso y bello parque, alternado de praderas y bosques, de llanuras y colinas; sobre todo cuando se tiene en vista que las bellezas inmortales y vivas de la naturaleza, son infinitamente más atractivas y encantadoras que los adornos convencionales del arte. Por centenares de millas, en diversas direcciones, los valles se suceden á los valles, presentando cuadros de pintorescas bellezas y quietas escenas rurales, que rara vez se suelen presentar con escacez en otras regiones. Dentro de sus límites se puede contemplar todo género de paisages. «Hay sin embargo muchas partes, dice Mr. Forster, que contrastan, por su esterilidad y aridez, pareciendo condenadas á una perpétua esterilidad. Estensas zonas de matorrales y arenales se presentan en el Norte, que jamás podrán destinarse á cultivos de ningun género. Pero la estension de tierras pastoriles y agrícolas es tan grande, que unos pocos miles de millas cuadradas de desierto no merecen ser tomadas en consideracion». En otra parte hemos demostrado que los desiertos interpuestos en las tierras fértiles, sirven para dar á estas más variedad é interés por el contraste. Contraste indispensable á veces, para hacer resaltar todas sus ventajas.

Bajo un punto de vista higiénico, los desiertos sirven cuando menos, para purificar el aire viciado de los distritos demasiado poblados y cultivados; además de hacer que el aspecto de la naturaleza sea menos uniforme. En efecto, el aire seco y quemante de los desiertos, neutraliza los gases mefíticos de las atmóferas demasiado húmedas de las ciudades y poblaciones; absorbiendo los arenales áridos mucha parte de la amonia, el ácido carbónico y demás exhalaciones nocivas de las regiones densamente pobladas; como en los laboratorios se depura el aire, haciéndolo atravezar por receptáculos llenos de trozos de cal ó de arenas secas y absorbentes. «Todo el territorio de este Estado, dice Mr. Dutton, puede distribuirse en tres divisiones: 1/3 de bellas tierras

pastoriles despejadas; 1/3 de montañas y bosques; y por último 1/3 de país de arena, pedregales y matorrales de *mallee.*» En consecuencia, Sud Australia se compone en su vasta estension, de un país pastoril adecuado principalmente para las crianzas ovinas; en feraces llanuras y valles susceptibles de producir trigo en ilimitada abundancia; en sus viñas, y sobre todo en sus inmensas riquezas minerales, aún no explotadas, que se encierran en sus montañas y rocas.

Además aún los vastos distritos cubiertos por los matorrales del *mallee*, son susceptibles de un rico cultivo de cereales. Grandes áreas de terreno en el Norte, han resultado además ser excelentes tierras para la agricultura y el cultivo de los productos tropicales. El Gobierno colonial ha nombrado recientemente al Profesor Constance, hombre eminente por sus conocimientos agrícolas, para dirijir los cultivos y crianzas de chacras y estancias modelos, haciéndose reconocimientos esperimentales del suelo para ver los cultivos y crianzas de que es susceptible; á fin de formar establecimientos de enseñanza de la agricultura, y crianzas, por medios y procedimientos científicos, que son las grandes industrias y el *desideratum* de la época. El gran éxito que ha acompañado la abertura de pozos artesianos, será tambien un medio de hacer utilizables para el cultivo de los pastos, vastas estensiones de tierra que hasta hoy eran consideradas como inútiles.

En este continente, la Australia meridional es el país de los grandes lagos, según ya lo hemos dicho. Solo que las aguas de esos lagos son salobres, expuestas á secarse en ciertas estaciones, é impropias para la navegacion. El Lago Torrens, que se extiende 90 millas al norte de la extremidad del profundo golfo de Spencer, constituye un inmenso lago salado interior, que se suele convertir, cuando las aguas escasean, en un ciénago pegajoso. El lago Gairdner, al norte de la Península de Eyre, es un vasto lago salado en una region desierta, aunque situado á 366 piés sobre el nivel del mar. Por último, el lago Eyre, al norte del lago Torrens, y multitud de pequeños lagos circunvecinos, son tambien salados, y susceptibles de convertirse en estepas salinas y cienagosas. Lo mismo sucede con el vasto lago Amadeus, en el centro del continente, en medio de una region poco esplorada.

Es verdad que los lagos Alexandrina y Albert, que forman la embocadura del Murray, son de agua dulce; mas solo son navegables para vapores de poco calado. El resultado es que al dispersarse de este modo las aguas de este gran rio, hacen su acceso al Océano casi innavegable, preservándolo del impulso que la marea de sus aguas y

su rapidez en un canal más estrecho, podía presentar para librar de arena su embocadura. Los únicos lagos que se presentan en medio de las escenas más pintorescas, en la region fértil, es el lago situado en la region del Monte Gambier, y el cual se esconde dentro del cráter de un vasto volcan extinguido. Uno de estos, *Blue Lake*, el lago Azul, es de forma oval, hallándose rodeado de alturas escarpadas, de centenares de piés de elevacion, lo que no impide se hallen vestidas de la más espléndida vegetacion. Sus aguas presentan una profundidad de 240 piés, y son de un bellísimo color azul. Todos estos lagos dulces, incluso el lago Alexandrina, son de un matiz azulado más ó menos subido, como un líquido záfiro; distinguiéndolo este matiz de los lagos salobres, que son verdosos. Este mismo hecho se observa en nuestro país, donde los lagos salados como el Bebedero, son verdosos; mientras el lago Inca y otros de la Cordillera, de agua dulce, son azules.

Las principales cadenas de montañas de Australia Meridional, son la sierra Flinders que jira al Norte desde el Cabo Oriental del golfo de Spencer, corriendo al este del Lago Torrens, donde se ramifica en numerosos espolones; y la cadena de Mount Softy, que gira desde el Cabo Jervis casi paralela con el Golfo de San Vicente, hasta la latitud de los 34° Sud. Esta cadena alcanza una altura de 2334 piés en el Mount Lofty, cerca de Adelaida; y de 2331 piés en Mount Burke, teniendo unas 15 millas de ancho; mientras las más elevadas cumbres de la cadena Flinders, son el Monte Bryan, de 3012 piés, y el Razorback (2922 piés). Además de estas dos cadenas, existen en la parte Sud de la Colonia, el Monte Gambier y otros volcanes extinguidos; mientras en la zona despoblada de la Península Eyre, se alza la escarpada sierra de Gawler, de unos 2000 piés de elevacion; y todavía más al norte la Cadena de Stewart, de una moderada elevacion, con un cordon de colinas que corren hasta el extremo norte.

En Australia Meridional, las aguas solo son abundantes en su extremidad Sud. En otra parte, fuera de la region de los Lagos, la falta de aguas corrientes es notable. En efecto, durante cerca de 1200 millas, siguiendo las edentaciones de la costa, desde los confines Occidentales, hasta el Golfo de San Vicente, ni siquiera un arroyuelo de aguas permanentes. Hácia el este, la diferencia se halla compensada hasta cierto punto, en parte por las corrientes que sacan su orígen de la cadena de Mount Lofty, los principales de los cuales son los rios Wackefield, Gawler, Torrens y Onkaparinga; pero sobre todo las aguas del caudaloso rio Murray. A la extremidad oriental de

esta Colonia, el rio Glenelg se abre paso hasta el Océano Austral. El territorio setentrional posee algunos buenos rios, entre los cuales el Roper, que desagüa en el Golfo de Carpentaria, es navegable para grandes buques por una distancia de 100 millas de su embocadura; y los rios Adelaide, South Alligators, East Alligators, Liverpool, Daly y Victoria, presentan todos caudales considerables de aguas navegables. Un pais que se extiende sobre más de 27° de latitud, debe necesariamente poseer mucha diversidad de temperaturas; pero el clima de Sud Australia, debido á su aridez prevalente, parece ser en general en extremo salubre. Allí como entre nosotros, los meses más cálidos son los de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, en cuya época los calores suelen ser tan intensos, que el termómetro alcanza de los 40° á los 43° C. en la sombra, en Adelaida, que ya hemos visto se halla en la misma latitud que Buenos Aires, en donde sin embargo el termómetro no sube tan alto durante tantos dias consecutivos, debido á la causa que en otra parte hemos señalado. Durante dichos meses, suelen soplar vientos candentes, el *Siroco* Australiano, acompañados de tempestades de polvo que producen un grave malestar y molestia á los colonos Europeos. Además los contornos de las costas, cóncavos en vez de convexos en esa region, privan en mucha parte al país de las refrescantes brisas marinas Y sin embargo, la misma sequedad de la atmósfera, que dá razon del orígen de esas altas temperaturas, las hace tambien más llevaderas, no llegando á hacer imposible el trabajo. La temperatura media de los meses mas cálidos del año, es en término general en Australia Sud de 22°30; y de 13° en invierno; siendo los estremos opuestos 45° y 0°. C. Las lluvias en Sud Australia se hallan comprendidas entre ocho pulgadas en el interior y 30 pulgadas en la Costa. Sud Australia se halla dividida en 36 condados ó distritos electorales.

Sud Australia es la Colonia agrícola por excelencia del continente. En la actualidad es la que más trigo produce; y luego será la que más vino produzca. La mitad meridional de esta Colonia, esto es, de los 33° al Sud, abarca toda variedad de suelos, desde la esterilidad absoluta, hasta la más alta fecundidad, siendo inmejorable para la produccion del trigo, de la vid y de la oliva. Esta region no es muy boscosa; sus principales variedades de árboles siendo el Pino, el Gomero y el Eucaliptus *Stringibarck*, todas maderas muy útiles para las necesidades domésticas. Todas las frutas de la zona templada y tropical se producen bien en ella. Las naranjas y las uvas que se obtienen son excelentes. En el territorio norte se pueden además establecer

cultivos tropicales, como el azúcar, té, café, arroz, algodon. Anualmente se venden mas de 600,000 acres de tierras del estado, que á razon de 1 libra esterlina el acre, no se pueden dar por menos; y como en los más de los casos se venden el doble y el triple, en este solo ramo el Gobierno obtiene una renta de 6 millones de duros; y 3 millones de acres son cultivados anualmente, de los que dos tercios en trigo, obteniéndose en media 4.57 bushels (cuartillas) el acre. Sud Australia posee hoy 8 millones de ovejas, medio millon de vacas, 200,000 caballos; 200,000 cerdos, con una poblacion de 300,000 almas en 1883.

Sud Australia es rica en minerales, teniendo las minas de cobre más ricas é inagotables de la tierra. Los minerales de cobre mas famosos son los de Kapunda y Burra sobre el Golfo de San Vicente; y las de Moonta y Wallaroo en la península de York; y en el interior, al oeste del lago Torrens, los de Indanamutana y Blinman. El oro se ha descubierto en muchas partes de la Colonia, atrayendo gran número de escavadores. El hierro existe tambien en abundancia y de superior calidad; lo mismo el bismuto y el plomo.

La Flora de Sud Australia es menos variada que en otras regiones del Continente. Sus árboles silvestres más comunes son el *Eucaliptus* y la *Acacia*, conociéndose 30 especies de los primeros y 70 de la segunda. El árbol del pasto, por su aspecto grotesco, es el rasgo más característico de su paisaje, siendo las especies principales el *Janthorrea cuadrangulata* y el *semiplana*. A esto se añade el arbol Tea, el Pino nativo, el Cerezo indígena y el Chupa-chupa, que dán las maderas más usuales. Su fauna es la misma de toda Australia, de que ya hemos hablado, consistiendo en el Kangaroo, el Vallaby, el Bandicoot, el Wombat, el Cuscus, el Oso nativo, el gato indígena, el dingo ó perro nativo y el pelatipo. Se cuentan hasta 60 especies de loros, el emú, la pava, el picaflor, etc. Las aves de caza abundan, y el mar hierve con aves acuáticas. Abundan las serpientes venenosas y los insectos mas incómodos.

Como escribimos para marinos y sobre marina, no terminaremos este capítulo sin dar á conocer por los nombres siquiera, algunos de los principales cabos y promontorios; algunas de las principales bahias y puertos; y algunas de las principales islas, sobre las costas de Australia Meridional. En las riberas setentrionales, esto és, en el Territorio Norte, son el cabo Wilberforce; el cabo Wessel, el promontorio Dale, Cabo Jord y Cabo Hay. En la parte meridional, los principales cabos son: cabo Northumberland, cabo Spencer y cabo Catastroph, punta Pearce, y punta Trouborge. Las bahias y golfos

más importantes de la Costa Norte, son: Victoria River, Anson Bay, Van Diemen Gulf, Castlereagh Bay; Melville Bay y Limmen Bight. En la parte Meridional, fuera del fondo del Australian Bight, Fowlers Bay, Streaki Bay, Venus Bay, Cofin Bay, Spencer Gulf, Lonth Bay y Saint Vicent Gulf, Encounter Bay y Lacepede Bay. En la isla de Kangaroo hay tres bahías, siendo la principal Nepean Bay. El Golfo de Spencer tiene 185 millas de largo, con una embocadura de 47 millas de ancho. El Golfo de San Vicente no es tan profundo, y solo penetra en el interior unas 85 millas. Las principales islas de Australia Meridional, en el territorio Norte, son: Islas Melville, Bathurst Island, Elcho Island y Groote Eylandt. En las costas meridionales las principales Islas son: Archipiélago Nuyts, Invertigator Isles, Whidbey Isles, Neptune Island, Thistle Island, Joseph Banke Isles, Wardong Island, Kangaroo Island (de 85 millas de largo por 30 de ancho), Torrens Island; y la Isla de Hindmarsh en el lago Alexandrina.

IV

PARTIDA DE GLENELG. — COSTAS DEL GREAT AUSTRALIAN BIGT. — PRINGE GEORGE SOUND Y SUS CONTORNOS. — EL PUERTO DE ALBANY Y SU BAHÍA. — AUSTRALIA OCCIDENTAL Y SUS PARTICULARIDADES.

Puesto que ya conocemos á Australia Sud y nada más tenemos que hacer en Adelaida, tomaremos el portante en direccion á Australia Occidental, donde daremos nuestra última pincelada sobre Australia, poniéndonos en marcha sobre Ceylan y la India.

Saliendo de Glenelg, las costas australianas siguen elevadas y graníticas, á partir de Glenelg y de los golfos de Saint Vincent y Spencer; golfos que como sabemos, sobre todo el último, penetran profundamente dentro del continente australiano, formando á manera de una gigantesca *fiorda* noruega, abierta por los glaciares, los vientos y las olas bravas de los mares del Norte. Son aquí los mares australes igualmente bravos, los que han abierto ese profundo entalle en la masa de las rocas volcánicas que, por ese lado, han constituido un in-

menso archipiélago, en la época en que Australia central se hallaba sumergida bajo las olas. La prueba de esto se halla en que todavía el estrecho y prolongado golfo de Spencer, penetra tan adentro del continente, que se liga con el sistema de lagos salados interiores, vestigios (por su cuenca, sinó por sus aguas, que hoy provienen de las lluvias) del antiguo brazo de mar que se daba la mano con el golfo de Carpentaria, otro entalle aún más profundo, dividiendo el continente australiano actual en dos grandes islas ó archipiélagos.

Los mares que recorremos son ordinariamente bravíos; mas por el momento, á nuestro paso, forman una llanura mansa, igual, ni azul ni verde, sinó con ese color gris sombrío, característico de los mares tempestuosos, como los ojos grises caracterizan los temperamentos biliosos. Antigua estacion de balleneros, estos se han cuidado de no dejar una sola ballena, ni foca viva, de donde el que esos mares se presenten tan desolados y desprovistos de vida animal marítima, como un desierto terráqueo se halla desprovisto de vida animal terrestre. Los bárbaros no han dejado ni las crías; pero la culpa no la tienen esos vivientes dañinos, los balleneros, que se llaman lobos de mar, que salen á la pesca, ó mejor, caza de cetáceos y focas. Porque estos animales se toman con harpones y balas, y esa es operacion de caza, no de pesca. Además, son mamíferos de mar, no son pescados. Los gobiernos debieran legislar para la preservacion de las especies en el interés mismo de los cazadores y pescadores; porque los gobiernos son la inteligencia, y por consiguiente, la providencia de las naciones. Las naciones no viven un dia, viven siglos, y ellos deben vigilar para que un uso moderado del presente, deje siempre ocupacion y alimento para las generaciones venideras. Todos los gobiernos han establecido leyes que prescriben que en ciertas estaciones se dejen reposar los animales de caza, dándoles tiempo de multiplicarse para que su cría no se extinga, con daño de los mismos cazadores. Lo mismo debería practicarse en la pesca de toda clase. Pero probablemente los gobiernos no harán caso de mi consejo, y seguirán cómodamente dormidos sobre sus dos almohadas... mientras se despiertan para seguir la caza de cierta bestia negra, á cuya caza ellos no consentirán en dar trégua jamás.

Nos referimos á la caza del... *socialista*, ese vestiglo, ese monstruo, ese antropófago, armado una mano con la dinamita, ú otro esplosivo igualmente enérgico, y la otra del puñal ó del revolver. Muchas veces me he preguntado qué pueden ganar esos pobres diablos con hacer saltar ferro-carriles y palacios. Pero algo deben ganar,

puesto que hay socialistas de dinamita, y aunque nadie los ha visto sinó ciertos *detetives*, yo no puedo ponerlo en duda, cuando lo aseguran personas tan respetables. ¿Cómo creer que esa sea la caza del conejo, á la cual se bautiza con el nombre de *oso negro*, para darse todo el aire de un cazador de fieras? ¿Cómo creer que tan respetables personajes, consientan en imitar á esos déspotas del pasado, que colgaban hombres y ensartaban fieras por pasatiempo? ¿Puede ser agradable para alguien, darse los aires de un Tamerlan? ¿Puede Tamerlan ser el ideal de ciertos políticos de nuestra edad? ¿O pueden las ideas de Machiavello, hallar aun cabida en ciertos caletres importantes de nuestra época?

Mas pasado el archipiélago de Nuyts, el inmenso golfo abierto llamado *Great Australian Bight* se ensancha y profundiza, las altas costas graníticas desaparecen, y la llanura azul del abismo y el blanco cielo, el bicolor nacional, nos rodea por todo, arriba y abajo. Nada más espléndido que ese espectáculo. Dos ó tres pares de gaviotas blancas, con alas de un azul sombrío, nos siguen dias y dias jugueteando sobre las olas. ¿De qué son esos animales que no se fatigan jamás? ¿Son como las arpías, animales de bronce, con alas de acero? Pero sus ojos animados y su grito penetrante, ronco y gutural, nos indican que son de carne y hueso. ¿Luego la carne y el hueso pueden hacerse más infatigables que el acero y el bronce? ¿Por ventura, estos son los misterios de la adaptacion, de que habla Darwin? Sin duda, con el ejercicio incesante, de generacion en generacion, desde que se nace hasta que se muere, se adquiere esa enerjía incansable, esa resistencia á toda prueba. Solo así se comprende el soldado espartano y el soldado romano de los buenos tiempos, esos cuerpos de hierro, con garras de acero, como los veía el Profeta Daniel en sus visiones 600 años antes de que existiesen. Ahí está su famosa vision de las bestias apocalípticas que no admiten otra version. La dura disciplina! y el duro ejercicio! Ello es duro como el acero, pero es un instrumento maravilloso de poder y de voluntad! El hombre de ese modo es libre, es fuerte para cumplir con su deber y hacer su voluntad con gloria, defendiendo el buen órden, la humanidad y la patria! Era el caso que Esparta y Roma eran Repúblicas, y Repúblicas verdaderas esas. Sus hijos con gusto triunfaban y se sacrificaban por ellas. Pero en cuanto esos hombres cesaron de ser de hierro y de bronce; en cuanto su voluntad se dejó subyugar por la molicie, la República, cesó de ser, y junto con la Republica cesó de ser la libertad y la gloria. Vino el tirano, esa bestia cruel y sanguinaria; vino el Cé-

sar, ese ser corrompido, intrigante y astuto, que dice como Augusto, al tiempo de morir : «Que tal he desempeñado mi papel ?»

Augusto comprendía la vida y el imperio como una grande, como una soberana farsa! Farsa de mala ley por su parte, pues era terrible y acerba para los otros; solo grata y entretenida para él, que tiene el poder y que se goza en los abusos del poder, estableciendo á lo déspota, derechos sobre el rebaño humano. Tiberio, que le sucedió fué tambien un farsante por otro estilo. Pero el farsante de los farsantes fué Neron. Jóven, hizo hipocresía de religion y de virtud, que es una farsa desleal, para engañar á Séneca y á Burrus; hombre, hizo farza cínica de todo; se convirtió en un verdadero istrion; y mientras con un costado de su faz bifronte ensayaba el payaso en los teatros de Grecia y Roma; con el otro cortaba cabezas y destrozaba cuerpos humanos. Horrible magestad, ridícula, gesticulante y atróz á la vez. ¿Vale la pena de deponer el acero y el bronce glorioso de la República, para entregarse á una tal dominacion? ¡No! Es preferible ser gaviota eternamente!

Los aproches del mar Indico, comienzan pues bien! Comienzan con azul y blanco, y muy luego veremos mezclarse el oro de su sol, que produce el dátil y la banana, esas dos delicias de los trópicos. Pero no nos adelantemos: Albany, en el extremo más occidental de la Australia, en una latitud un poco más al sud que nuestro Buenos Aires, nos espera aún. Solo partiendo de allí nos ponemos en la direccion de penetrar á su tiempo, en los mares arrulladores de oro y azul, en la region de los trópicos. De entónces para adelante comenzaremos á surcar mares clásicos, y á ver cielos clásicos tambien. Porque todo nuestro hemisferio austral, no obstante su esplendor celeste sin rival, incomparable, es un hemisferio completamente nuevo, desconocido de los antiguos maestros de lo bello y de lo grande, y por consiguiente, un *parvenu*. Hemos dicho *desconocido*, pero aquí tambien hay *Scandinavos*, descubridores ocultos. Heródoto habla de un navegante cartaginés, á las órdenes de Nechao I, rey de Egipto, el cual por disposicion del gobierno egipcio, dió la vuelta al Africa partiendo del Mar Rojo, y volviendo por el Mediterráneo; espedicion en que empleó cerca de tres años. El navegante cartaginés, este primer Vasco de Gama, aseguraba que al doblar el cabo austral del Africa, tenía el sol á su derecha. « Ahora bien, todo el mundo sabe que el sol está á la izquierda navegando al poniente, dicé Heródoto, y esto prueba que ese navegante es un impostor ». Justamente la circunstancia de haber visto el sol á su derecha navegan-

do al Oeste, es lo que prueba la realidad de la empresa del navegante cartaginés de Heródoto; circunstancia que nadie pudo suponer en la antigüedad, sinó por haber hecho realmente la observacion.

Así, solo llegando á Ceylan; y á partir de entónces, podremos recorrer los mares que surcaron las antiguas naves de Asiongaber y de Tharsis, desde antes del reinado del magnífico Salomon, 1000 años antes de la era cristiana; que habían surcado mil años más antes, las naves de Semíramis y Nino; y 500 años antes (en 1500 antes de J. C.) las naves de Sesostris, el Ramses Meiamoun de los monumentos; y las naves de Clearca, aquel teniente de Alejandro que este destacó desde la embocadura del Indus, tres y medio siglos antes de J. C. A las naves de Clearcas suceden, 18 siglos despues, las naves de Vasco de Gama, de Alburquerque; de los navegantes españoles Del Cano, Torres y otros que se fueron sucediendo. Cuán glorioso pasado, y para estos últimos pueblos, cuán triste presente! Pero no, la civilizacion domina hoy en esas regiones, y recorre esos mares, no con la bandera que un catolicismo ultra ha abatido; sinó con la bandera que un protestantismo liberal ha glorificado. Es la libertad y el bien la que ha debido triunfar; no la tiranía y el mal; que ella sea la bienvenida, bajo los auspicios de la sábia y laboriosa Albion.

Tres dias enteros con sus noches hemos empleado en recorrer el vasto piélago azul, interpuesto entre Adelaida y Albany, el puerto avanzado al sud de Australia occidental. Tan enorme es esa inmensa bahía ó golfo abierto, que con el nombre de *Great Australian Bight* forma el gran arco de curvatura austral del continente australiano. Un hecho notable se nos presenta, de la geografía del globo, presentando este gran socavamiento, no en el sud, sinó en la línea sudoeste de su proyeccion. En Africa, esta curvatura se exhibe en el golfo de Guinea; en América, en el golfo de Arica; en Australia, la antigua prolongacion del Asia, en su *Great Australian Bight*. Este es un hecho demasiado general para ser casual. En efecto, por la figura y los movimientos de la tierra, las corrientes y las olas son arrojadas en esa direccion; y son ellas las que practican esos vastos socavones curvilíneos en la masa de los continentes. Esto es tan real, que lejos de presentarse socavones en otras direcciones, al Oriente, por ejemplo, solo se presentan protuberancias, como el cabo San Roque en Sud América, y el cabo Guardafui en Africa.

En la tarde del tercer dia de navegacion, cuando ya estabamos fatigados de la monotonía del horizonte marítimo, he ahí que al salir

del gran Bight, donde sus bajas y arenosas riberas han permitido al Océano carcomer y escavarse un vasto lecho de refocilacion para sus inquietas olas; he ahí decimos que al dominar esas playas arenosas de un blanco amarillento, salpicadas de la sombría vegetacion australiana de los Eucaliptus, las primeras alturas graníticas vuelven á asomar en forma de remotas cuchillas; en seguida las alturas de cabo Pasley, de Howick Hill, eminencia volcánica coronada de un mogote; el promontorio culminante de Punta Hood, y en retirada al Oeste, Mount Bland y otras cuchillas elevadas, alzándose en grupos ó cadenas sobre los ajitados horizontes del mar. Qué bellas son esas costas, esas protuberancias montañosas, así vistas á la distancia, como un punto de reposo, en medio de la ajitacion de las olas, y presentándose azuladas, elevadas, accidentadas, pintorescas, á los ojos sorprendidos y encantados!

Por de pronto y á la vista, dos hechos sobresalen; el uno es que ya las costas han perdido su monotonía australiana. Por su elevacion, por su accidentacion, por sus rasgos audaces y movimentados, esas costas son más bien Neo Zelandesas, que australianas; más bien quebradas y trastornadas, que monótonas. No son las costas de un continente en reposo; son las riberas exaltadas, atormentadas, de un mundo que surge, ó que se abisma. El otro hecho, en medio de las vastas accidentaciones de las costas, son dos cadenas principales de montañas graníticas. La cadena costera que se recorta en pirámides y grupos, en promontorios y cuchillas sobre las altas riberas, cuyo pié bañan bramando las espumantes olas; y la cadena interior, accidentada, elevada, pintorescamente recostada en verdaderas sierras, con mogotes que se alzan hasta las nubes, y recortes que descienden hasta el suelo; una cadena argentina por sus bellos y elevados contornos, más que cadena australiana, uniforme, baja, igual, monótona, como tapia de potrero cuyano. Esa cadena es evidentemente volcánica y moderna. La cadena costera, aunque granítica, no es de ese viejo granito redondo y gastado de la edad laurentina del globo; es un granito nuevo, jóven, audaz, que se eleva y se baja, se recorta en picos y pirámides de escarpados flancos, fraccionándose en grupos, cuchillas, pabellones, islotes é islas sobre las costas. Las aguas se ven correr por sus quebradas, formando cascadas, sobre todo en las costas del Norte y en el golfo de Carpentaria, bellas con todos los esplendores tropicales y papuanos, esto es, de bellos árboles perfumados y de aves del paraiso. Es todo un mundo recortado, edentado, alzado, rebajado, solevantado, añadido, quebrado, grandioso y pintoresco, en medio de

las mugientes olas. Cuán diferente idea nos habían dado los viajeros y las geografías! Creíamos aproximarnos á una Arabia pétrea, á un Sinaí desolado, á una ribera Sahárica, árida, baja y monótona, y es una bella costa chilena ó norte americana, la que enamora la vista!

Pero lo que más nos encanta son las altas cuchillas azuladas del interior, que se empinan sobre los macizos hombros de las macizas cadenas del litoral, para enseñarnos su talle esbelto de lázuli, y su corona estrellada de záfiros y ametistos. Esas cadenas nos encantan por su conformacion y las reminisencias que despiertan en nosotros. Su aspecto es argentino, no es australiano, hemos dicho: en efecto, ellas se recortan en verdaderas sierras, con mogotes semejantes al de Tomalasta y Yerba Buena, en San Luis y Córdoba; y no presentan esas líneas uniformes de las lomas graníticas australianas, que por irrision han recibido el nombre de Montañas Alpestres; y las sierras de las Palomas y del Gigante, al Oeste de nuestras Pampas, en San Luis, son más elevadas que esos Pirineos y esos Alpes australianos. Pero aquí no sucede lo mismo. He ahí verdaderas sierras altas, ásperas, empinadas, culminantes, edentadas, herizadas, dominantes; y esas sierras se estienden á la distancia en vastas líneas, en sistemas, en cordones, en grupos destacados. ¿Por qué un hecho tan notable no ha recibido todo su realce de los viajeros y geógrafos? ¿Será preciso que nosotros, escritores desconocidos en el mundo de las letras, vengamos á reparar el error de otros, cuya palabra se halla más favorecida por el mundo leyente?

¿Los ingleses no han sabido comprender y celebrar esas bellezas, esos aspectos variados y espléndidos de mares y costas, ó los han ocultado maliciosamente para no excitar envidias ni rivalidades, en épocas en que su predominio aún no se hallaba bien asentado allí? ¿Es por esto que ellos han llamado un desierto inhospitalario á un paraiso? Como quiera que sea de este misterio, la verdad se encuentra en lo que acabamos de esponer. Las grandes alturas de Australia, sus bellezas pintorescas y culminantes, las alturas borbotantes de rios, de arroyos y lagos, aquí en el Norte, no en el Sud, á partir del Sudoeste, donde nos encontramos. Por lo demás, las olas azules del gran Bight se han vuelto de un color sombrío al aproximarse á la tierra, y multitud de aves, más terrestres que acuáticas, en bandadas innumerables, salen á nuestro encuentro al aproximarnos á la otra estremidad, ó promontorio del Great Bight, donde se encuentra Albany.

Daremos una idea de la edentacion accidentada y romántica de las costas, describiendo una de sus ensenadas ó bahías más interesantes

y pintorescas, la de Kings George Sound, por ejemplo. Es una entrada ó más bien, una entalladura profunda en la costa granítica. El primer acceso del puerto, antes de entrar, es magnífico. Primero sale al encuentro el alto promontorio granítico de Bald Island, peñasco calvo é inmenso, que las olas baten espumantes. En seguida, recostada en la ribera en forma de media luna, viene Port Two People, con un islote de peñascos clavados de punta, como pilotes de piedra, en medio de las olas que braman en sus contornos, formando la vista más estraña y romancesca. La costa se halla dominada por promontorios de montañas, una granítica, en forma de pirámide colosal; la otra porfírica, formando como el cono de un volcan extinguido, y por su cráter convertido en quebrada resonante, se vé precipitar un torrente de aguas que caen al mar en cascada. Kings George Sound (la ensenada del Rey Jorge, traducido), se compone de dos ensenadas ó bahías engastadas la una en la otra, y ambas rodeadas de pintorescas costas graníticas muy movimentadas, formando cuchillas, promontorios y valles que permiten á la vista internarse y contemplar las crestas fantásticas de las altas sierras azuladas del interior, Stirling Range, una de ellas, y la otra que llamaremos la de los Mogotes, situada más al Sudeste, de un carácter volcánico evidente, presentando en sus altas cimas una série de mogotes como el de Yerba Buena, en la sierra de Córdoba.

Dos magníficos, dos inmensos peñascos en forma de esfinge, guardan la entrada de la primer bahía. Son verdaderas esfinges egipcias, de piedra maciza semejante á la gran esfinge enterrada, ó mejor, enclavada en la roca viva del suelo, cerca de la gran pirámide de Memphis. Ambas se hallan rodeadas de agua en forma de islotes, con tres canales á sus costados. El gran Steamer pasó por el del medio. La primer bahía presenta costas altas y costas bajas, promontorios y playas arenosas, y á lo lejos cuchillas graníticas, y las crestas azuladas de las sierras del interior. Todas estas costas se hallan vestidas de un denso manto de verdura, formado de altos bosques eucalípticos á veces, pero la mayor parte, cubierto de matorrales del Tea-tree y de otros arbustos y yerbas que forman un manto de perpétua verdura, un tanto sombría. Rocas desnudas muestran su calva frente aquí y allí, contrastando con el aterciopelado manto de la verdura general uniforme y sin brillantes flores, ni siquiera á la manera de nuestras verbenas silvestres, rojas y moradas; ni como nuestras azucenas azules y blancas, que dan tanta animacion y aroma á nuestras praderas. Las aguas de la bahía no presentan ni el verde pálido de la turquesa, ni

el verde brillante de la esmeralda; son de un verde botella sombrío.

La entrada de la segunda bahía, engastada en la primera, es muy estrecha, entre dos altos y peñascosos promontorios, en uno de los cuales, el de la derecha, se alza un blanco faro entre blancos caseríos; en el otro, del lado interior, se alzan diversos edificios pertenecientes á la poblacion de Albany. El aspecto de la segunda bahía es bellísimo. Es de forma circular elíptica, con su eje mayor dirijido hácia el sol poniente, y sus verdes ó pintorescas costas se componen de altos promontorios y colinas, de playas bajas y de elevadas cuchillas; es un conjunto encantador de alturas inmóviles que se alzan y bajan, de aguas móviles, que se están quietas en su brillante horizontalidad, y de perspectivas variadas, grandiosas ó hechiceras á la vez. Una cuchilla contrasta por su blancura en medio de los tonos generales verdes y grises; es una quebrada entre negruscas alturas volcánicas, que el viento ha llenado con las blancas arenas del desierto, traidas bajo sus alas.

Albany que, como sabemos, es uno de los grandes puertos de acceso de Australia occidental, se estiende coqueta, blanca, graciosa y flamante (es un coloso en estado naciente), entre dos verdes y elevadas eminencias de granito, ocupando el valle que se estiende entre ambas. Tiene buenos muelles, pero los grandes vapores no atracan á ellos. Albany se halla unida con Perth, la capital, por un gran ferro-carril de 240 millas de largo, que se ha terminado recien este año. Terminada recientemente la gran empresa del ferro-carril, necesariamente viene de por sí la empresa indispensable ahora, de formar un grande y cómodo puerto, en que puedan atracar los grandes vapores, para lo que la bahía presenta grandes facilidades; esto es solo cuestion de tiempo. Esto deciamos en 1883 á nuestro paso. Hoy el establecimiento de grandes y cómodos muelles accesibles á los grandes transoceánicos, es un hecho.

Pero ha llegado ahora el caso de decir algo sobre Australia occidental, y no lo desperdiciaremos, porque nuestro propósito es instruir deleitando. Ya sabemos que la division de Australia occidental, comprende toda la parte occidental del continente australiano, comprendida entre el meridiano de los 114° y los 119° de longitud Este y entre los 13°44′ y los 35° de latitud Sud, todas su riberas hallándose bañadas por el Océano Indico, designacion (la del Océano, al Sud del Ecuador) que ya hemos criticado bajo el doble punto de vista de la geografia y de la historia. Su estension en largo es de unas 1490 millas de Norte á Sud; su ancho de Este á Oeste siendo de 865 millas,

conteniendo una área superficial calculada en 1.060.000 millas cuadradas. Numerosas islas se estienden sobre su línea costera, pero ninguna de ellas presenta dimensiones bastante considerables para llamar la atencion, á no ser Dirk Hartog Island, en el cabo Steep Point, que es la más considerable de todas. En sus costas se abren numerosas bahías y puertos; solo mencionaremos las principales: Esperance Bay y Tor Bay, á más del Puerto de Albany, ya mencionado, en el Sud. En el Oeste, las principales son Flinders Bay, Geographe Bay, Freemantle Harbour, Jurien Bay, Shark Bay, vasta y profunda esta lo mismo que Naturaliste Chanel. En el Norte, entre muchos, existen Exmouth Gulf, Roebourne Bay, Roebuck Bay, Fitzroy Bay y los golfos de Admiralty y Cambridge. Los principales cabos y promontorios son: Cap Leeuwin, Steep Point, Norwest Cap, Leveque Cap y Londonderry Cap.

Ya hemos hablado de las montañas de Australia occidental, particularizándonos con algunas; ahora hablaremos de ellas en general. Las cadenas Darling y Roe, que corren de Norte á Sud durante unas 20 millas desde la costa Sudoeste, son muy pintorescas segun ya lo hemos indicado, elevándose á una altura de 1500 á 2000 piés segun los ingleses, pero nosotros que los hemos visto á la distancia, calculamos sobre todo para sus mogotes, una mayor elevacion. En efecto, la primera de estas cadenas se alaba de poseer la más encumbrada altura de estas costas, el Mount William, con una altura calculada en 3000 piés sobre el nivel del mar. Por lo demás, ó esta zona de territorio se mantiene inesplorada, ó los ingleses no quieren revelar nada á su respecto. Sus costas mismas, que son magníficas, sobre todo en el Norte, se hallan muy poco esploradas, ó se conservan aún en parte sin esplorar. Pero toda esa region debe ser magnífica, curiosa, rica, interesante, segun se presiente en lo que se vé del litoral que hemos podido contemplar. El misterio se comprende, los ingleses no desean que otras naciones se establezcan allí. Al Sud de las montañas que hemos indicado, se hallan las cadenas Blackwood y Victoria, alcanzando á 2000 piés de elevacion. En la parte setentrional de la colonia se alzan tambien diversas cadenas desparramadas, ignorándose si existen entre ellas alturas de gran consideracion. Por lo demás, en los terrenos graníticos ya sabemos, nunca las alturas son muy considerables, no por otra razon que por ser las más antiguas y espuestas por consiguiente á una denudacion muy prolongada. Acaso en su orígen ellas han sido aún más elevadas que las más altas montañas actuales, existiendo vestigios de hielos y nieves aún de las edades en

que los polos eran tropicales, lo que no puede provenir sinó de altos y nevados picos y cordilleras.

Los rios de Australia occidental, aunque numerosos y de considerable caudal en ocasiones, no tienen sin embargo una importancia considerable como muchos rios de Australia, por el hecho de que sus aguas merman mucho durante los secos y ardientes estíos, y aún los hay que se quedan en seco por muchas millas, y como no pueden servir en todo tiempo para la navegacion, los ingleses, el pueblo navegante por excelencia, hablan de ellos con el mayor desprecio. Los nombres de los principales son comenzando del Norte : el Roe, el Prince Regent, el Glenelg, el Fitzroy, el Oakover, el De Grey, el Strelley, el Yule, el Sherlock, el Harding, el Maitland, el Fortescue, el Ashburton, el Gascoyne, con su tributario el rio Lyons, el Murchison, el Greenough, el Irwin, el Arrowsmith, el Moore, el Swan River (rio del Cisne), con su afluente el rio Canning; el Murray, con sus tributarios el rio Hotham y el rio William, en seguida el Collie, el Blackwood, con sus afluentes los rios Arthur y Beaufort; enseguida el Forth, con su tributario el rio Gordon, el Pallinup, el Elwes y el rio Phillips A esto se añaden diversos lagos y lagunas no de mucha consideracion, situados muchos en las inmediaciones de la zona de grandes lagos de la Australia meridional, tales son el Lake Austin, el Lake Balee, el Lake Moore, los Great Salt Lakes, el Lake Lefroy, el Lake Brown, el Lake Mac Dermott, Lake Monger y por último, el Lago Amadeus, el mayor de todos y que entra tambien en la jurisdiccion sud-australiana. Australia occidental se halla dividida en doce distritos electorales.

El país, cerca de la costa, es llano y arenoso; mientras el interior no parece elevarse abruptamente, por manera que no parecen existir barreras insalvables entre la costa y el interior. Todo el país escepto allí donde ha sido desmontado para el cultivo, se halla cubierto de bosques, que varían desde la espesura de matorrales y arbustos, hasta los bosques talares más elevados. El país, al naciente de las cadenas de Darling y Roe, es lo más adecuado para objetos agrícolas ; consistiendo sus principales cosechas en trigo, cebada, heno y papas. En la actualidad se ha consagrado mucha atencion al cultivo de la vid, de la cual se obtendrían excelentes vinos, si los ingleses fuesen más expertos para prepararlos. Como ellos hacen una excelente cerveza, creen que tambien pueden preparar vinos superiores. Trolopp, un distinguido escritor en las cosas de Australia, se burla espiritualmente de los vinos preparados por sus compatriotas. Dice que no pueden

beberse sin hacer una mueca. Cuando el vino es superior, no se hace mueca, sinó que todo el rostro se espande de satisfaccion. Como quiera, la fabricacion de este vino morisquetero, aumenta todos los años, y muy luego inundará el mundo. La Australia occidental produce tambien excelentes lanas, ganados, etc.

Lo que sí se halla aún en su infancia es la industria minera; sus riquezas se hallan todavía en su mayor parte ocultas, siendo muy poco lo que se conoce, y menos aún lo que se explota. En las cadenas centrales se presentan algunos crestones de cuarzo aurífero; pero no se han descubierto lavaderos de consideracion, lo suficiente por lo menos para permitir operaciones mineras en vasta escala. Parece sin embargo que despues de nuestra visita se han hecho descubrimientos auríferos importantes. En el norte parece que se presentan vetas de cobre y plomo, habiéndose extraido ya cantidades considerables de mineral. Tambien existe el mineral de hierro en gran abundancia, solo que hasta hoy no se han encontrado depósitos de hulla suficientes para hacerlos valer.

La geología de Australia Occidental es en sus rasgos generales en extremo simple. Sobre una superficie ondulada de rocas granitoidales, que pasan al gneiss, segun es comun en otras regiones, formando tambien otras rocas metamórficas, se han depositado estratificaciones en su mayor porte horizontales, de arenáceas y calcárea, la mayor densidad de las cuales probablemente, no excede en ningun parage de 700 piés. Estos estrados forman cadenas amesetadas, por un procedimiento de denudacion y consiguiente separacion de la masa original, y colinas culminantes en picos, que son justamente las rasgos característicos del país en una grande estension de su área. Los depósitos arenáceos y cretáceos han sido recortados en valles, mientras tenía lugar este procedimiento de denudacion, durante cuyo procedimiento, la roca que les sirve de base ha sido puesta á descubierto; pero como estos depósitos, aún cuando son análogos en su formacion, se encuentran en diferentes elevaciones; y como la ciencia ha confirmado recientemente la posibilidad de que depósitos análogos hayan podido formarse en diferentes períodos bajo condiciones análogas, resulta que todos ellos no pertenecen al mismo período en tiempo, ó que hayan debido ser contínuos.

Por el contrario, parece que las diferentes posiciones en que estos depósitos se encuentran son debidas á la elevacion gradual y sucesiva de las tierras de su ribera occidental; pero en adicion á estas causas de las formaciones superficiales, un exámen reciente de los distritos

meridionales de Australia Occidental ha demostrado que su área ha sido atravezada por elevaciones de rocas eruptivas. Estos mismos rasgos han sido observados en la cuenca superior del Rio Murchison, y las más altas y prominentes colinas y cadenas de montañas del centro de la Colonia, han sido formadas de este modo; las del sud son graníticas ó esquistosas; mientras las del norte son basálticas, trapeanas ó volcánicas. Las rocas de erupcion, tanto en el sud como en el distrito de Murchison, forman cadenas bien definidas, las cuales culminan en audaces picachos de rocas ó mogotes, segun hemos visto, corriendo de nordeste á sudoeste; y hácia las fuentes del rio Murchison, dividen una série de valles paralelos que forman la cuenca de sus afluentes. El verdadero basalto se presenta en su forma cristalina en el ángulo sudoeste de la Colonia, en Bumbury en el norte y Cabo Beaufort en el sud; mas no se han determinado las conexiones que puedan existir entre estas masas eruptivas.

El clima de Australia Occidental es uno de los más saludables que se conozcan. Es muy seco, aunque con una precipitacion de lluvias de 30 pulgadas anuales; siendo el calor rara vez opresivo. Los bosques eucalípticos que cubren el país, y la naturaleza en partes arenosa del suelo, es en estremo favorable para la salud, pues la vegetacion aunque bella, no es tan exhuberante hasta hacerse miasmática por su descomposicion sobre un suelo húmedo y limoso, que aquí no existe; y apenas si se conocen algunos de esos cienagales que en otros países son fuente segura de miasmas pestilenciales y de fiebres palúdicas. La mortalidad de toda la colonia desde su formacion apenas ha alcanzado al 1 %. La estacion húmeda se estiende de Abril á Setiembre; pero en todo este período hay muchos dias bellos y brillantes. El resto del año es seco, pero con frecuentes borrascas y lluvias. Aunque la Australia Occidental sufre de los vientos cálidos á veces durante los tres meses de estío, no son de tan frecuente ocurrencia ni tan severos como los que visitan las colonias del mediodia y del este; mientras los males de las alternativas de largas secas y de grandes inundaciones, tan prevalecentes en las otras regiones de este continente, son casi desconocidas en esta colonia. Nunca nieva, y las heladas son desconocidas, excepto en las noches excepcionales de algunos frios inviernos, en la parte más meridional. En general, es difícil encontrar un clima más sano y más agradable.

Los más importantes productos naturales del dominio vegetal en esta region, son los pastos y los matorrales que cubren las llanuras; las maderas que son el producto de los bosques del sudoeste, los pinos

del norte y el palo del sándalo que se encuentra desparramado sobre los distritos montañosos en toda la estension de esta colonia. El distrito de los bosques de tallar se estima que ocupa una estension de 30,000 millas cuadradas, estendiéndose sobre todo el país quebrado que se presenta desde el norte del rio Moore, hasta la costa meridional; lo mismo que en los llanos situados al sudoeste y al este de King Georges Sound. Los mayores árboles de estos bosques pertenecen al género eucaliptus ó gomeros, y los más bellos entre ellos, son el Gomero Blanco, el Jarra, el Karri ó gomero azul, el Tooart, el gomero rojo y el gomero York. El jarra se ha hecho ya conocer por sus excelentes cualidades, fuerza y durabilidad ; y más especialmente por su inmunidad contra los ataques de los animales submarinos y de la hormiga blanca, cuando propiamente cortado y preparado. Para construcciones de buques, puentes, muelles, etc., no tiene en consecuencia precio, habiéndose hecho un artículo de grande exportacion de la colonia. El Karri solo se produce en el sud y el sudoeste. Adquiere dimensiones extraordinarias. El gomero blanco se encuentra generalmente en las vegas y sobre las márgenes de todos los rios de Australia Occidental. El árbol tea se considera excelente para la construccion de botes y carruages ; la Banksia piperita y la de ciénago, para muebles; y la corteza de la acacia Blak Wattle para curtir. En adicion á esto, la madera de pino de la costa nordeste, es de grandes dimensiones y puede producir vigas, tablas y mangos.

Por lo demás, la vegetacion del norte es, como lo hemos dicho, tropical. con sus caractéres peculiares de tal. Entre ella se distingue el árbol del barril, especie de boabab, que presenta una especie de barriga en el tronco, que le ha hecho dar la designacion indicada. Sin embargo, este árbol produce un fruto valioso, encerrada en una cáscara dura de la naturaleza y del tamaño del coco ; las semillas que contiene se semejan á las almendras, siendo muy palatables, mientras la corteza produce una goma blanca muy nutritiva, que disuelta en agua caliente, produce una bebida mucilaginosa muy agradable. Pino bueno para tablas, mangos y otros usos se produce en las colinas ; y en las gargantas, quebradas y valles, se producen eucaliptus de cáscara de papel y un follaje pendiente con gracia. Este arbusto se alza en medio de los espesos matorrales de los sub-bosques, sobre los cuales el pandanus y el árbol de la nuez moscada silvestre, forma una densa techumbre, con musgos pendientes y enredaderas. El rattan es comun en esta costa, y las plantas leguminosas son innumerables. Los árboles del valle de Glenelg se cuentan entre los más altos de

Australia; y por la feracidad del suelo y la abundancia de las aguas se pueden hacer excelentes y abundantes cosechas de arroz, café, algodon, tabaco y otras producciones tropicales valiosas, que enriquecen á su cultivador. Por lo demás, en toda la colonia abundan tambien los pastos malos y venenosos, tales como el kandiup y otros. En nuestro país hay tambien en las regiones de bosques del norte, el chucho, planta por el estilo.

En la region del sudoeste de la colonia se da todo género de frutos y vegetales, tropicales y de país templado todo junto, cuando se les cultiva. El pino y la araucaria, la manzana y el membrillo, se presentan al lado del naranjo y del bananero. En esos parages se puede cultivar con fruto la vid, la higuera, el durazno; el olivo y la almendra se producen tambien perfectamente, aviniéndose muy bien con el clima, lo mismo que el morero, el algodon y la planta del tabaco. El tártago ó la planta del aceite de castor, se produce espontáneamente del suelo como las malezas; produciéndose con gran ventaja las sandías, melones y todo género de legumbres. De los cereales, el maiz puede cultivarse con éxito en todo el país; pero los ingleses hacen poco uso de este cereal, que es la delicia del Italiano y del Americano, no empleándolo sinó con objetos industriales. Otro error coloniográfico, pues en la zona tórrida el maiz es indispensable para el sustento y la salud. El trigo tambien se produce, pero solo en los distritos situados al Sud del rio Murchison.

La fauna de Australia Occidental es análoga á la de las otras colonias Australianas, siendo los principales el kangaroo, el wallaby, el oposso, el wombat, el bandicoot, el perro nativo ó dingo, y el gato montés. Entre los reptiles se cuentan la iguana, el lagarto, y muchas especies de serpientes, tanto de tierra, como de agua, cuya mordedura es venenosa: el boa constrictor se presenta tambien en el norte. Las aves de esta colonia son más notables por la belleza de su plumaje, que por la armonía de su canto; no escuchándose entre los bosques sinó la algazara de los loros, de los cakatœs y de las maricas. El gran aguila-alcon, frecuenta las crestas de los arrecifes; mientras el emú, la pava del monte y el gnow ó abutarda se presentan en las praderas. La última es una ave gallinácea que amontona sus huevos en forma cónica, tapándolos con hojas, y en seguida los abandona para que empollen sin otro auxilio. De las aves acuáticas el cisne negro, que años pasados era muy abundante en la colonia, está próximo á extinguirse por la persecusion que se le hace; se halla hoy confinado á las aguas del Sud, y el pelícano,

muchas especie de anade, y muchas aves de mar frecuentan las costas y suministran grandes depósitos de guano en el norte, de los cuales han comenzado á hacerse esplotaciones. Los gallinos abundan en el distrito del Lago, lo mismo que otras aves nadadoras.

Todas las aguas de Australia Occidental poseen una abundante provision de pescado, entre los cuales se cuenta el albur, el mujol, el bream, el schnapper, el peje sastre, el chapucero y el arenque, los cuales se encuentran en las costas y en la embocadura de los rios. Tambien se encuentran en sus aguas focas y ballenas, pero en menos número que antiguamente; los tiburones, por el contrario, son muy comunes, con especial en el norte, donde tambien hacen su aparicion horripilante. En el litoral del norte es abundante tanto la *Beche de mer* como el dugong, encontrándose tambien sobre la ribera del mar las ostras y los crustáceos. Las más importantes pesquerías de la colonia son las que tienen lugar para estraer perlas y conchas de nacar, lo cual tiene lugar en la costa del noroeste con un vigor que crece todos los años, pues los bancos de ostras de perlas parecen ser inagotables en esas costas. Esta industria tenía lugar antes empleando á los Malayos como buzos; pero hoy se les ha sostituido con los indígenas de Australia, cuyos servicios se obtienen mediante un salario mucho menor.

Esta colonia, segun el censo de 1881, contaba una poblacion de 32,359 habitantes. En 1883 esa poblacion alcanzaba á 40,000 almas. En la actualidad, con motivo de los descubrimientos auríferos recientes, esta poblacion debe haber más que duplicado. Perth, que es la capital de la Colonia, se halla agradable y pintorescamente situada sobre el Swan Niver, á 12 millas de su embocadura, ocupada por el puerto de Freemantle. Se halla edificada sobre una pendiente á la orilla de una expansion del rio en que forma á manera de un bello y espléndido lago. Se halla bien edificada con magníficos edificios públicos, entre los cuales se alzan dos catedrales. La principal calle de la ciudad presenta cerca de dos millas de largo; hallándose plantada á uno y otro lado con magníficos árboles de lila del Cabo.

La última noche que pasamos en el Puerto Albany, fué una noche serena y apacible, de una magnificencia Oriental. Era una despedida, una última sonrisa del bello cielo Austral, que ibamos á dejar atrás en nuestra vuelta al otro hemisferio, hasta tornar de nuevo á la distante patria. La bahía se estèndia callada, clapoteante y serena á nuestros piés, rodeada de pintorescas alturas, negra como la

tinta, que diseñaba bien los contornos elípticos del Sound, con el nivel rielante de un gris sombrío de la Bahía, como disco. En el zénit, brillaba la magnífica constelacion de Orion, con las tres grandes estrellas de su cinto: constelacion que ella sola por su esplendor, merecería un cielo aparte; mas arriba, pues ya se inclinaba un poco al Occidente, brillaba el ojo de la constelacion *Canis Major*, la famosa estrella *Sothis*, la moderna Sirio, con un brillo centelleante é inmaculado, mayor que cuatro estrellas juntas de las otras de primera magnitud. Cruzando diagonalmente el cielo en la direccion del Sud, se estendía la blanca banda de la espléndida *Galaxia Austral*, resplandeciente como la banda recamada de oro y pedrerías de la gran reina, sentada sobre su trono constelado. Cerca de ella, hácia un lado, se destacaba la bella cruz del Sud, esa constelacion peculiar y característica de nuestro hemisferio, que es su *Ursa*, y que le sirve de estrella polar, hallándose inmediata al polo Austral, vacío de esplendores. En la gran edad de los descubrimientos, Andrea Corsali y Vespucci, al contemplar por primera vez esa mística constelacion, llamáronla *Crose maravigliosa*. Tasso habla de ella por inspiracion, sin haberla visto jamás, en versos que vamos á citar errados, pues solo los recordamos vagamente:

Io mi volsi a man destra e vide porsi
Gli cuatro stelle al firmamento affette
Non vista mai fuor chi alle prima gente,

¿Conocía por ventura el Tasso esta constelacion? ¿O hablaba de ella como por una intuicion profética? La constelacion de la cruz no se vé actualmente en Europa; pero ha podido verse en siglos muy anteriores al Tasso. La cruz es visible aún hoy de la estremidad de la peninsula Arábiga. El Tasso pudo tener noticia de ella por los navegantes que habían atravesado el Ecuador desde mediados del siglo XV. ¿Qué habría dicho si hubiese podido contemplar esa bella cruz, poética y suave, un poco inclinada hácia su hemisferio, tan conspícua y tan modesta, tan callada y tan elocuente á la vez; tan solemne y tan espléndida, aún en medio de otras constelaciones mas grandes, y tan magníficas como ella? Estas constelaciones son entre otras, el Centauro y la Nave Argos: y sin embargo, no solo no la ofuscan, sinó que ni aún compite con ella la misma *Via Lactea*, con todo su esplendor concentrado en esa region; y constelada además de estrellas

y asterismos magníficos, no llega á oscurecerla. Humboldt, el gran viagero y observador, ha señalado á la atencion de los astrónomos, esa region especial del cielo austral, inmediata á la Cruz y á las Manchas del Sud, donde resplandece por la brillante agrupacion de estrellas de primera magnitud que Gould ha contado en número de 500 y que forman como una corona estelar á nuestro globo, esa especie de sol estelar múltiple, y que llega hasta producir sombra en los objetos, segun ese mismo sabio. Yo la compararía, *si parvalicet comparare magna*, con esos soles eléctricos múltiples, que en ciertas plazas de New York, sirven para producir un alumbrado á *giorno* de arriba ó abajo.

Todos esos esplendores del cielo austral allí concentrados; y hasta las magnificencias del inmediato Orion y del *Canis Major*, quedan como quien dice oscurecidas, ante esas cuatro poéticas estrellas, modestas y suaves, pero de una luz y de una atraccion májica. Esplendores en el cielo, sombras en la tierra, contrastes de sombras y de luces inmortales, que dificilmente llegarán á borrarse de mi imaginacion; y que por una vez, sentado inmóvil, en la proa del gran *steamer*, miraba en profunda y melancólica contemplacion: Cruz! ¿Todo es cruz en el Universo para las grandes almas? ¿Solo las almas vulgares y viles están destinadas á no conocer ni el martirio del cuerpo que dá la tiranía de la iniquidad, ni el *martirio del alma,* que enciende las grandes luces de la conciencia y de la inteligencia del ser pensante? Todos tenemos una cruz representada por años de martirio que nos ha atraido el ser justo, y el desear el bien de nuestros semejantes: ¿sucede á todos lo mismo que á mí? Debido á su estolidez, ó á su cobardía, ¿el hombre no solo ha perdido la nocion y el derecho del bien, sinó que ha permitido á sus tiranos que no le dejen sinó una cruz en que reposar? Cruz de martirio cierta, de redencion dudosa, que despues de haberla sufrido, sostengo que el hombre tiene el derecho de desechar! ¿A quién han redimido todas las innumerables cruces de la tierra? ¿Para qué sirvió el martirio estéril de Sócrates? ¿A quién ha redimido el martirio de Jesuscristo? Son sus verdugos, los Fariseos que lo crucificaron, los que han esplotado hasta hoy su sangre é invocado su nombre sacrosanto, para consagrar todas las tiranías é infamias contra él mismo, y contra los suyos! La cruz es pues; contraproducente. Solo la luz, la ciencia, la vida, la bondad salvan! Solo el saber, solo el espíritu salva! Heródoto, al referir el primero los errores y los dolores de la humanidad, en las inmortales páginas de su historia, ha encendido una antorcha para el es-

píritu humano que no se apagará jamás. Pero el espíritu existe, y es lo único libre, útil y bueno. El es una antorcha que guía los pasos del hombre y lo estimulan en el camino del deber y del bien. El solo ha podido levantar el velo de la naturaleza, encontrando la llave y la significacion del Universo. El ha obrado prodigios materiales, y prodigios intelectuales. Peor para los que no lo comprenden, y prefieren ser los Judíos de la redencion moderna. Judíos destinados á desaparecer, como esas creaciones de mónstruos de las edades geológicas.

¿Qué es un cuerpo sin espíritu, sin pensamiento, sin alma, como el que el catolicismo y su inquisicion ha hecho de las razas católicas? Una cosa más despreciable infinitamente que un espíritu sin cuerpo; porque el pensamiento, la inteligencia, es la vida del cuerpo, y un cuerpo sin espíritu libre, es un cadáver. Y el pensamiento debe ser libre justamente para poder protejer al cuerpo. Un pensamiento esclavo, es un pensamiento muerto; y el pensamiento ó alma muerta, es la corrupcion, la muerte del cuerpo. ¿Qué cosa más despreciable para el hombre, ese ser espiritual, que un elefante, un rinoceronte, un buey? Y sin embargo esos seres no carecen de inteligencia, de espíritu; su espíritu es libre. El hombre, las naciones que tienen un pensamiento esclavo, un espíritu cobarde ó servil, son pues infinitamente más despreciables que esas montañas de carne sin alma, un elefante ó un buey. El cielo es espíritu libre, y los mundos respiran ese espíritu. Solo el espíritu puede comprender el Universo y viajar por él. No se debe amar sinó el espíritu, el pensamiento libre. El es vida, es bien, es todo!

La salida de King Georges Sound no presenta el mismo interés y variedad que la entrada, componiéndose de costas graníticas accidentadas, articuladas, recortadas en cabos, promotorios, penínsulas, islas, islotes, escollos; todo revestido de un uniforme tapiz de verdura sombría, formada por el *teatree* ó por el *mallee* y tal vez por ambos: es un tapíz de terciopelo uniforme, que hace agradable pero no muy variado el espectáculo de esas costas, solo alternado por uno que otro manchon blanquizco, formado por los médanos de arena. Y á proposito de médanos, esta costa puede servir de comprobacion y apoyo de la verdad de la teoría de que la arena es hija del agua y no del viento, como lo sostienen algunos, á proposito de la formacion del Sahara. La costa que tenemos á la vista, se forma de granito, de gneiss y acaso tambien de estratos de arenácea primitiva, todas rocas sumamente compactas, de las cuales el viento, aún so-

plando por siglos con gran violencia, apenas llegaría á arrancar uno que otro grano suelto.

Entretanto, los vestigios de la descomposicion de las rocas por el agua de las lluvias y por la humedad atmosférica, están á la vista, se presentan evidentes, sobre estas costas occidentales de Australia, como sobre las costas Africanas y Arábigas. Al correr, el agua, se vé, ha carcomido las rocas, formando canaletas y cavidades; mientras la humedad atmosférica y las alternativas del calor y del frio, han acabado con el tiempo por desmenuzar una parte de su superficie. Aquí tenemos una causa incesante de la formacion de la arena en grandes cantidades; arena que las aguas arrastran al mar, formándole un mullido lecho con ellas y con los guijos de todo tamaño que las acompañan. Porque la arena y la grava no son otra cosa que el cuarzo del granito ó de la arenácea desmenuzada y redondeada por el agua, que las arrastra de largas distancias sobre la costa. Solo despues de formada la arena, en los lechos y playas abandonados por el mar, despues de secados por el sol, el viento la arrebata, dejándola caer en los bajos ó cavidades de las quebradas. Hé ahí una verdadera esplicacion natural y significante de la produccion de los inmensos arenales de los desiertos que han sido lechos de mar, y de los médanos formados por los vientos. Insistimos sobre esto, porque hay muchos que han aceptado la idea de que el viento es el autor de las arenas. Pues bien, sostengo que el agua forma las arenas; y que el viento no hace sinó dispersarlas despues de secas. Pero se dirá, existen arenáceas tan blandas, que el viento puede desmenuzarlas. Sí, pero esta es la escepcion, y no la regla; y el viento no deshace aún esa arenácea blanda; existiendo sobre las costas de Berberia peñascos de arenácea deleznable desde hace millares de años, que el viento no ha podido desmenuzar. Y aún asímismo, ¿esa arenácea blanda de dónde viene? Ella viene de los lechos de los mares geológicos. Es pues en definitiva el agua y nó el viento la que forma la arena de los desiertos y de los médanos.

Salidos de las reposadas aguas de la bahía de Albany, las grandes ondas de mar afuera, nos envolvieron como de sorpresa. Nuestro grueso *steamer* que se avanza ahora en la direccion de nordeste recto, buscando la punta en que termina la península Indica y la bella y famosa Isla que ès su apéndice, Ceylan ó Taprovana como la llama Ptolomeo, el antiguo geógrafo. Muy pronto perdimos de vista las costas recortadas y los promontorios ó cabos, islas é islotes destacados de Australia Occidental, penetrando ahora en pleno océano Indico. Más al norte, las riberas que el vapor costea por algun tiempo, recobran to-

da su monótona uniformidad Australiana de contornos; cesando de accidentarse, quebrarse, dividirse, alzarse, bajarse y recortarse en Islas, Islotes, peñascos y arrecifes pintorescos, como en los contornos de King George Sound. Sin embargo, pasado el Cabo de Leeuwin, la costa se accidenta de nuevo, y á la distancia asoman los más bellos tintes de jacinto y ametisto, en medio de la púrpura mate de las olas Indicas; y entre sus promontorios y cuchillas, entre sus islas y cabos, se presentan otras, al través de las cuales, en azulada lontananza, se perciben todavía los bosques eucalípticos y los picachos en pirámide de las sierras del interior Australiano. Pero desde el Cabo Naturalista, ya nuestro derrotero comenzó á desviarse de la gran Isla Continental, asumiendo una direccion decidida al noroeste, y en adelante comenzamos á distanciarnos de las últimas costas Australianas, que asomaron aún por algún tiempo cual lijeros celajes, hasta desaparecer trás la curva moviente del océano.

Hénos aquí engolfados en el Mar Indico, y vogando en la direccion de la India; en un Mar Indico de azul y de oro, como nos lo habíamos pintado; y de la India, ese país que aman los Germanos platónicamente, como la cuna de sus antepasados hipotéticos y que, erradamente á nuestro entender, como lo demostramos en trabajos especiales, la Europa sabia considerar como la cuna del género humano. La India es uno de los paises más nuevos del globo, como lo prueban sus altas montañas, y sus razas aún semi-salvajes de habitantes; ó mejor, semi-bárbaras, ó radicalmente bárbaras, esta es la palabra, aún despues de tantos siglos de contacto con la civilizacion; y sobre todo, por su completa falta de tradiciones indígenas (sus Vedas sabemos que han venido de otra parte, y de otra raza) y de monumentos antiguos, como los que en América tenemos en Tiahuanaco y en Palenque.

V

DIVERSAS CORRIENTES DEL MAR. — SUS CAUSAS Y SUS EFECTOS GENERALES

Ya hemos establecido en otra parte que el océano acuático, como el océano aéreo, tiene su sistema de circulacion peculiar, y que este sistema, que se deriva de las leyes físicas y de la configuracion mis-

ma de nuestro planeta, sea que sus canales conduzcan las aguas de su superficie, ó las de abajo de ella, en combinacion con el órden armónico general. El mar, por la circulacion de sus aguas, desempeña indudablemente funciones de la más alta importancia en la economía terrestre; y cuando vemos las corrientes en el océano, girando con regularidad de un punto á otro, comprendemos que no se encuentran en movimiento sin causa eficiente. Por el contrario, sabemos se mueven en obediencia á ciertas leyes de la naturaleza; las cuales leyes de la naturaleza sabemos que tienen su orígen en las propiedades de los cuerpos y en sus acciones y reacciones mútuas.

La fauna y flora del mar, lo hemos visto, son en mucha parte la hechura, y llevan el sello del clima; dependiendo de tal modo para su existencia y bienestar de la temperatura, como dependen la fauna y la flora de la tierra seca. Si así no fuese, encontrariamos los peces y las algas, los insectos marinos y los corales, distribuidos con igualdad en todas las regiones del océano. Pero así como en la tierra el palmero no sale de las regiones tropicales; así los corales y ciertas algas, de que hemos hablado, no salen de las regiones tropicales ó inmediatas á los trópicos. La ballena ártica no deleita en la zona tórrida, y el habitado de la ostra de la perla no es por cierto bajo *icebergе*, ni en las frias aguas de los mares polares. Sin embargo, aunque los constituyentes del agua del mar sean los mismos en especie, no por eso debemos impedir que sean los mismos en grado al travez de todas las partes del océano, porque existe una peculiaridad tal vez de transparencia, tal vez de temperatura, que marca el habitado de las especies á una y otra banda del Ecuador. Algunos naturalistas que han consagrado una atencion especial á este asunto, sostienen que entre millares de ejemplares no encuentran uno solo en que los habitantes de los mares de una banda del Ecuador, no sean perfectamente discernibles entre los habitantes de los mares de la otra banda. El secreto de estas misteriosas diferenciaciones, los grandes filósofos de la naturaleza como Darwin y Hackel, nos lo han hecho conocer, y no es este el lugar de insistir en ello.

El agua, mientras sus aptitudes para el calor, apenas si son excedidas por las de ninguna otra sustancia, es uno de los más completos no conductores. El calor no permea el agua como lo hace con el hierro, por ejemplo, ú otros buenos conductores. Caliéntese una punta de una barra de hierro, y el otro estremo se calienta tambien; pero caliéntese la punta de un tubo lleno de agua, y el otro estremo se conserva frio si el tubo es de una sustancia no conductriz como el

vidrio ó la loza. El calor pasa al travez del hierro por induccion; pero no puede pasar al travez del agua sinó mediante un movimiento, que en los fluidos llamamos corriente. Por consiguiente el estudio de los climas del mar, envuelve el estudio de sus corrientes, tanto frias, como calientes. Ellos constituyen los canales, al travez de los cuales las aguas circulan, y por cuyo medio se establece un movimiento saludable en la masa del viejo océano. El agua candente leve y móvil, puede correr entre barrancas de agua fria y pesada, y por consiguiente menos móvil. Hé ahí por qué en medio de una masa de agua calentada en diversas temperaturas, pueden producirse corrientes distintas en la misma masa.

Al estudiar los continentes, debido á su primitivo orígen geográfico, los hemos considerado por pares; lo mismo sucede con las corrientes del mar, deben ser estudiadas por pares. En efecto, al estudiar el sistema de la circulacion oceánica, hay que partir con la suposicion bien sencilla de que, en cualquier parte del océano donde una corriente se produzca, una corriente de igual volúmen tiene que correr á llenar el espacio dejado vacio por la primera corriente. Esta misma causa preside en efecto á todo el sistema de corrientes y contracorrientes, tanto del océano atmosférico, como del océano acuático; siendo la ley del equilibrio, una de las leyes mas ineludibles de la naturaleza física, y una ley exigiendo que las masas fluidas como el aire, ó líquidas como el agua, se equilibren automáticamente, no pudiendo existir un vacio en su masa. En la tierra misma, allí donde en las regiones montañosas, y aún en las llanuras existe un valle profundo ó un abismo, ruedan los peñascos y los derrumbamientos á terraplenarlo, que es el modo como en la materia sólida, se producen las corrientes de las materias fluidas y líquidas, las más veces auxiliadas por estas últimas. De ahí la necesidad de considerar las corrientes marinas, como hace el anatomista con los nervios del sistema humano, por pares. Las corrientes de agua, como las corrientes de aire, viniendo de diversas direcciones, crean giraciones que en ciertas partes del mar, como sobre las costas de Noruega, asumen la apariencia de remolinos, como si el agua se precipitase en un abismo inferior. El célebre Maelstrom de Noruega, es ocasionado por un conflicto de corrientes de marea, y otras. Aún en el mismo canal entre las Islas Británicas y el continente Europeo, se observan muchas corrientes rotatorias, algunas de las cuales ocurren entre las extremidades esteriores de la marea del canal, y la corriente de la ola oceánica ó «parental». Claramente se percibe que su causa son

las corrientes que obran en direccion oblícua unas sobre otras.

Por lo demás, hay que tener presente que debido á la diversidad de orígen, las corrientes marítimas no corren forzosamente como las terrestres, de un nivel más elevado á un nivel más bajo. Lejos de que este sea el caso, algunas corrientes de mar fluyen en realidad para arriba; mientras que otras corren con velocidad en un nivel perfecto. La razon es bien aparente y bien óbvia. Las corrientes marinas deben su orígen al calor; por consiguiente, las aguas calentadas vienen á quedar casi en la condicion de los gases, con más tendencia á subir, que á bajar; y como el impulso de su corriente no proviene de la gravedad, sinó del calor, de ahí resulta el que puedan correr indistintamente y aún con velocidad, hácia arriba ó en medio de un nivel perfecto; todo dependiendo del juego de las contracorrientes, y de las leyes del equilibrio estático de los fluidos en diversas temperaturas. El *Gulf Stream*, la Corriente del Golfo, se halla en el primero de estos casos, es decir, ella corre para arriba. Las corrientes que penetran del Atlántico en el Mediterráneo, y del océano Indico en el Mar Rojo, se encuentran en el segundo caso, esto es, corren de nivel, ó tal vez con un lijero cuestabajo, corriendo las aguas del océano dentro de esos golfos interterráneos tal vez sobre un plano lijeramente inclinado. Comenzaremos el estudio de las corrientes marinas por el Gulf Stream, la cual por su importancia, merece un estudio especial y detenido.

Hay en efecto, un rio en el océano: las más severas secas no son capaces de agotarlo; las poderosas inundaciones no son capaces de hacerlo salir de madre; sus márgenes y su lecho se hallan constituidos de agua fria; mientras la corriente se compone de agua caliente; saca su orígen en el golfo de Méjico y vá á vaciarse en el Mar Artico; este poderoso rio es el Gulf Stream, la Corriente del Golfo. No existe en nuestro globo una corriente de agua más magestuosa. Su corriente es mas rápida que la del Mississipi y del Amazonas, y su volúmen más de mil veces mayor que el de esos dos rios unidos. Sus aguas, desde que salen del Golfo, hasta las costas de la Carolina, son de un azul índigo. Se halla tan distintamente marcada esta corriente, sobre todo en su márgen norte y noroeste, que su línea de juncion con la restante agua marina puede seguirse con la vista. A veces una mitad del buque se percibe flotar en el Gulf Stream; mientras la otra mitad voga sobre el agua de mar comun; tan marcada es la línea, y tal es la falta de afinidad entre ambas aguas, que es imposible no reparar en la aparente repugnancia de parte de las aguas

de la Corriente del Golfo, á mezclarse con las aguas del mar del litoral.

En las salinas de Francia, lo mismo que á lo largo de las riberas del Adriático, en que la sal se obtiene por el procedimiento de la evaporacion solar, se presenta una série de estanques ó charcos, al travez de los cuales el agua pasa conforme llega del mar, reduciéndose al estado de salmuera. Mientras más tiempo ha estado espuesta á la evaporacion, mas salada se pone y más subido es el matíz de su azul, hasta que la cristalizacion se halla próxima á comenzar, en cuyo momento el agua azul asume un tinte rojizo. Pues bien, el agua del Gulf Stream es más salada que la del mar litoral por el cual corre, y esa es sin duda la causa del profundo azul índigo que caracteriza, según los navegantes, las aguas del Gulf Stream, sobre todo en las costas de las Carolinas. Los fabricantes de sal acostumbran juzgar de la riqueza en sal del agua marina por su color; mientras más verde es el agua, más dulce. Esta es sin duda una esplicacion del contraste que presentan las aguas del Gulf Stream con las del Atlántico; al mismo tiempo que esplica el ligero verde del Mar del Norte y de los Mares polares, y el profundo azul de los mares muy salados, como el Mar Rojo y los otros mares intertropicales, el océano Indico, cuyas aguas hemos caracterizado de «azul y de oro»; mientras los poetas Hindus hablan de sus «negras aguas». Los marinos que visitan las caidas del Nicaragua, han observado tambien el bello verde de las aguas del rio inferior, en gran contraste con el sombrío azul del mar en las regiones donde los vientos alisios soplan.

VI

EL RIO OCEANICO DEL GOLFO DE MÉJICO, LLAMADO GULF STREAM. SUS CAUSAS ORIGINARIAS. — DIVERSAS GRANDES CORRIENTES OÇEANIÇAS

La causa local de esta gran corriente, la *Gulf Stream*, puede ser un misterio para ciertos espíritus; pero ella es el resultado de una gran ley de la naturaleza, la cual hace que así como en el océano atmosférico hay dos corrientes, una polar rastrera, de aire frio, y otra ecuatorial elevada de aire candente; así en el océano acuático existen

tambien por la misma ley, la del equilibrio, igualmente aplicable á los fluidos y líquidos, dos corrientes, una superficial ó superior de agua caliente, la ecuatorial, y otra inferior de agua fria, la polar; la primera se manifiesta en la *Gulf Stream*; la segunda en los *icebergs* que se ven flotar en el Atlántico viniendo del norte. Estos, como se hallan sumerjidos hasta una gran profundidad, alcanzan el fondo donde las aguas frias y pesadas del polo corren hácia el ecuador, y son por ella arrastrados hácia los mares tropicales, donde el calor del agua los disuelve. Respecto á las causas locales, del *Gulf Stream*, independientemente de la general, que acabamos de señalar, emanada de la *constante* diferencia producida por la temperatura y la salumbre en la gravedad específica del agua, que engendra corrientes igualmente *constantes*; esas causas locales pueden provenir en parte de la conformacion del golfo, y en parte de la temperatura de su agua con relacion á los mares vecinos. Es evidente que toda diferencia de temperatura y gravedad específica, siendo inconsistente con el equilibrio acuoso, á fin de mantener este equilibrio, el agua necesita moverse, produciendo las grandes corrientes marinas, sean generales ó parciales. Respecto á la configuracion del golfo, como este tiene dos entradas ó puertas, las aguas calientes del Mar Caribe, que por las leyes de la circulacion marina, entran en el golfo por el canal de Yucatan, tienen necesariamente que salir por el estrecho de Florida, no quedándoles otro paso; siendo lo demás una mera consecuencia de este hecho y de las leyes generales citadas.

Por lo demás, los agentes generales de que acabamos de hablar, no son la causa única de las corrientes y de su direccion. Los vientos constantes de ciertas regiones marítimas ayudan en la formacion y sosten de las corrientes permanentes, ejerciendo presion sobre las olas que empujan, llevándolas por delante en el sentido de su direccion. Las aguas de lluvia producen tambien corrientes, levantando aquí y allí, donde caen, el nivel de las aguas. Del mismo modo la atmósfera con las presiones instables de su fuerza superincumbente, sobre las diversas partes del océano en el mismo momento, segun se hallan indicados por los cambios de la columna barométrica. Pero cuando los vientos y las corrientes cesan y que el barométro se mantiene estacionario, las corrientes que eran la consecuencia instable, de estos fénomenos instables, cesan tambien. Las situaciones así creadas son pues *efímeras*. Pero los cambios de temperatura y de salobridad; y la obra de otros agentes que afectan la gravedad específica del agua de mar, y dislocan su equilibrio, son tan incesantes en sus operaciones

como el sol en su carrera, siendo en consecuencia sus efectos, tan permanentes como sus causas. Ellas pues son la verdadera y fundamental causa del *Gulf Stream*, y de todas las corrientes constantes del mar.

Pero las leyes constantes de la naturaleza que hemos anunciado como las verdaderas promotoras de las corrientes, no siempre han sido conocidas y apreciadas. De este modo, los antiguos escritores anteriores á la última mitad del siglo XVIII, sostenían que el autor del Gulf Stream no era otro que el rio Missisipi. Sus crecientes, aseguraban, la producían: pues decían, la velocidad del rio marino podía computarse por la tasa de la velocidad en la corriente del rio terrestre. Pero el capitan Livingston demostró la falsedad de esta teoría, mostrando que el volúmen de agua que el rio Missisipi vierte en el golfo de Méjico, no es igual á una tres milésima parte del agua que se escapa por el estrecho de la Florida, constituyendo el *Gulf Stream*. Entre tanto el agua del *Gulf Stream* es salada, y la del Missisipi dulce; ahora bien, como las aguas del golfo son persistentemente saladas, tiene indefectiblemente que entrarle tanta sal por el canal de Yucatan, como la que sale con el *Gulf Stream* por el estrecho de la Florida: á no ser que le supongamos un lecho de sal abajo, ó una inmensa cantidad de fuentes salinas subterráneas, lo que no es natural; siendo además desmentido por los sondages de que hemos dado cuenta en otra parte.

El que verdaderamente acertó con la causa decisiva y local de la formasion del Gulf Stream, fué el Doctor Franklin de Filadelfia, el cual indicó que el *Gulf Stream* era el escape de las aguas calientes forzadas de los mares equinocciales en el Mar Caribe por los vientos alisios; atribuyendo á la presion de estos vientos sobre el agua, que entra en el Golfo por el Canal de Yucatan, la velocidad de dicha corriente. Indudablemente estaba en la buena doctrina que dá razon del verdadero orígen local del *Gulf Stream*; doctrina perfeccionada despues con la observacion practica de los hechos y con el análisis científico. En efecto la presion de los vientos alisios dá al Gulf Stream su velocidad inicial; pero ella no es la causa única y permanente que mueve una tal masa de agua al travez de la rinconada ovalada y segregada del golfo, y durante todo su curso al travez del atlántico norte; ni esa fuerza sería tampoco suficiente por sí sola para proyectarla de un golpe de las riberas de América á las remotas riberas trasatlánticas de Europa. Las otras causas acompañantes y conducentes á este resultado ya las conocemos; estas son, la corriente polar cons-

tante en todas las grandes masas fluidas y líquidas de nuestro planeta; y las diferencias de temperatura y densidad de las aguas marinas. Con esas causas adicionales, la teoría física de Franklin y Herschel queda completa y esplicada la marcha del Gulf Stream, que se inclina naturalmente hácia el nordeste, en la direccion de la Europa, por la desviacion que la rotacion diurna de la tierra imprime á todas las corrientes primordiales, en las masas fluidas integrantes de nuestro planeta.

Las causas de las corrientes marinas como se vé, no son esclusivas ni únicas; son complejas, porque todas las fuerzas de la naturaleza se unen para la produccion de los grandes resultados físicos. Esto se demostraba porque la *Gulf Stream*, por ejemplo, al salir del Golfo de Méjico, se dirije por centenares de millas al travez del Atlantico en una direccion opuesta á los vientos alisios. Lo mismo sucede con la corriente del Japon, que es el *Gulf Stream* del Pacífico. La corriente del Mozambique, además, corre derecho al Sud, contra los vientos del Sudeste y no cambia con los Monzones. Las corrientes que transportan los hielos del norte, marchan tambien contra la direccion de los vientos dominantes. La corriente de Humboldt, que tiene su génesis en las regiones extra-tropicales del sud, donde los «intrépidos vientos del oeste» soplan con tanta regularidad como los alisios, y con una fuerza doble; esta corriente, decimos, en vez de dirijirse al sudeste siguiendo el curso de estos vientos, fluye al norte en despecho de ellos. Todo esto pues, tiende á probar que el viento no es la única causa eficiente de las corrientes marinas; habiendo muchas otras causas físicas más poderosas, que obran en union con él, ó que lo contrarestan.

Porque el hecho es que las enunciadas son las principales y constantes corrientes del mar; las grandes arterias y venas yugulares al travez de las cuales su circulacion se halla conducida. En todos los casos, y sin consideracion á los vientos, aquellas corrientes que son calientes, fluyen hácia los polos; mientras las corrientes que son frias fluyen todas hácia el ecuador y esto no lo hacen inducidas por las fuerza de los vientos, sinó en despecho de ella y por la sola accion de esas fuerzas planetarias que hacen los vientos correr más ó menos en la misma direccion. Esto tiene lugar pues en virtud de esas leyes ó fuerzas complejas, cósmiscas de un lado, puesto que dependen de la naturaleza y conformacion de nuestro planeta; físicas, estáticas del otro, puesto que se refieren á los equilibrios que el calor, el frio y la densidad variables imponen, no solo á las capas líquidas del océano, sinó tambien á las mismas masas fluidas del aire ; todo tendente á

restablecer ese equilibrio que las fuerzas físicas, la accion de la evaporacion y las secreciones de los organismos, conspiran incesantemente á destruir. Son pues complejas y no simples las causas que imprimen su direccion tanto á las corrientes aéreas, como á las oceánicas, segun lo hemos demostrado en otra parte; y toda esplicacion de los fenómenos que se apoya esclusivamente en una sola de las causas múltiples que los producen, tiene necesariamente que ser defectuosa.

Si hemos demostrado que los vientos no son la causa única de las corrientes constantes, la que reconocen tambien otras causas en juego, tanto ó más trascendentales y permanentes que esa; tambien hemos dicho que los vientos pueden producir sus corrientes propias en el mar; pero estas corrientes que nacen de los vientos, son instables como los vientos; inciertas en lo que respecta á tiempo, lugar y direccion, son esporádicas y efímeras; nada tienen que ver con las corrientes constantes que se han ennumerado antes. Una continuacion, por ejemplo, en el Mar de Toscana, en el Mediterráneo, de los vientos borrascosos del sudoeste, suele levantar su superficie no menos de 12 pies sobre su nivel ordinario. Esto, dice el almirante Smith, ocasiona una fuerte corriente de superficie al travez del estrecho de Bonifacio. Pero esta corriente de Bonifacio está muy lejos de fluir como un rio en el mar Mediterráneo. Tan luego como pasa el estrecho, vá á perderse en el ancho mar como un círculo en el agua: desapareciendo como se desvanecería una acumulacion de agua más arriba del nivel ordinario.

Para que fuese solo la fuerza del viento la que moviese la *Gulf Stream*, sería preciso que el Mar Caribe y el golfo de Méjico se encontrasen en un nivel más elevado que el Atlántico, lo que ciertamente no es el caso. Ya conocemos más ó menos el ancho y velocidad del *Gulf Stream* en el Paso de la Florida. Tambien se conoce con alguna aproximacion la velocidad y ancho de las mismas aguas en el cabo Hatteras. Su ancho es allí de 75 millas; mientras en los *Narrows* del estrecho, solo presenta 32 millas de ancho; y su velocidad media es de tres nudos por hora en el cabo Hatteras; mientras esta misma velocidad es de cuatro nudos en los *Narrows*. Una vez constatado esto, y probado por los sondages que las aguas salen de una profundidad de 4000 metros en el golfo, para subir á la meseta menos de la mitad más baja, sobre la cual se estiende el Atlántico, y á la cual se ha dado el nombre de «meseta telegráfica»; estando además probado que la profundidad del Gulf Stream es 50 °/₀ menos en

Hatteras, que en los Narrows de Bemini, resulta entónces que la Corriente del Golfo sube para arriba sobre un plano ascendente; esto es, que corre al norte que está más elevado, desde el sud que está dos mil metros más bajo en su fondo. Si suponemos que en Bemini la *Gulf Stream* tiene 200 toesas (400 metros) de profundidad dentro de esos límites; las espresadas tasas de ancho y velocidad dan solo 100 toesas (200 metros) para la profundidad del *Gulf Stream* en Hatteras. Las aguas por consiguiente, que en el estrecho se hallan más abajo del nivel de la profundidad de Hatteras, lejos de descender, son forzadas á subir por un plano inclinado, cuyo ascenso sub-marino no es menor de 10 pulgadas por milla.

El Niágara entretanto, es un inmenso rio que desciende á una llanura. Pero en vez de conservar su carácter en el lago Ontario, como una corriente distinta y bien definida por algunos centenares de millas, ella por el contrario se difunde y sus aguas se pierden y confunden inmediatamente con las aguas del lago. ¿Por qué la Gulf Streamno hace lo mismo? Ella, es verdad, se ensancha gradualmente despues de salir del estrecho; pero en vez de mezclarse con el océano por una vasta difusion, como lo hacen los inmensos rios que penetran en los lagos del Norte, sus aguas, como una corriente de aceite en el océano, conservan su carácter distintivo por más de tres mil millas.

Entretanto, mientras la *Gulf Stream* corre, ó mejor, sube por un plano inclinado ascendente en la direccion del norte, hay una pesada corriente fria que baja del norte resbalándose en descenso por ese mismo plano inclinado, en la direccion del sud. Encontrándose con las aguas calientes del golfo en medio del océano, la corriente fria se divide bifurcando y corriendo á sus costados en una direccion opuesta, esto es, á esos mismos receptáculos del sud que, con la potencia del vapor, envían al travez del Atlántico hácia la extremidad norte del viejo continente, un chorro de agua caliente más de tres mil veces mayor en volúmen que el rio Mississipi. Esta corriente que sale de la bahía de Baffin, no solo carece de vientos alisios que la impulsen, sinó que los vientos prevalentes le son contrarios, y durante una gran parte de su camino corre por debajo de la superficie, y muy distante de la accion propulsora de ningun viento. Habiendo muchos motivos para suponer que esta, junto con otras corrientes polares, es de un volúmen igual al Gulf Stream. Se vé pues que las corrientes permanentes ó cósmicas, si bien se producen en armonía con los vientos y obedecen á las mismas causas, no dependen de ningun modo de estos.

VII

ESTUDIO SOBRE LA DIRECCION Y ALCANCE DE LAS CORRIENTES MARÍTIMAS. CAUSAS DE SU CALOR Y DE SU MAYOR SALOBRIDAD.

Se conocen numerosos medios para estudiar la direccion y alcance de las corrientes marítimas. Uno de los más interesantes y eficaces de ellos, es el de las botellas mensageras, *bottle chart*, como las llaman los ingleses. Es práctica comun entre los navegantes arrojar botellas de á bordo, conteniendo un papel en que se fija la fecha y el sitio en que es lacrada y arrojada al mar. En ausencia de otros datos respecto de las corrientes, el que ofrecen estos pequeños navegantes mudos es de un gran valor. Ellos no dejan vestigios en pos, es verdad, y su marcha no puede averiguarse bien. Pero cuando se sabe el punto en que fueron arrojadas, y se conoce aquel en que se las toma, una idea puede formarse de su curso total por el tiempo transcurrido. Por lo menos es posible trazar líneas rectas que señalen la más corta distancia recorrida desde el principio hasta el fin de su viage, calculando por el tiempo transcurrido. Se han preparado de este modo cartas que representan la trayectoria de uno ó más centenares de botellas. De una de estas cartas, del capitan Becher, parece resultar que las aguas de todas las regiones del Atlántico se encaminan hacia el golfo de Méjico y su *Gulf Stream*. Botellas arrojadas en el mar en la mitad del camino entre el Viejo y el Nuevo Continente, cerca de las costas de Europa, Africa y América, aún á las mayores distancias al norte y al sud del Ecuador, se han encontrado sea en las Antillas, en las Islas Británicas ó dentro de los límites bien conocidos de las aguas del *Gulf Stream*.

La potencia necesaria para vencer la resistencia opuesta á una tan prodigiosa masa de agua como la del *Gulf Stream*, que corre durante millares de millas sin que su impulso sea renovado por las fuerzas de gravitacion ni por ninguna otra causa, es sorprendente. De este modo resulta que tenemos un argumento para determinar con bastante exactitud, la resistencia que las aguas de esta corriente encuentran

en su movimiento hácia el norte. Debido á la rotacion diurna, esa corriente es arrastrada junto con la tierra al girar sobre su eje, en la direccion del este, con una velocidad por hora 157 veces mayor cuando entra en el Atlántico, que al llegar á los Bancos de Terranova: porque á consecuencia de la diferencia de latitud entre los paralelos de esos dos lugares, su tasa de movimiento en torno del eje de la tierra queda reducido de 915 á 758 millas por hora. De ahí el que esta inmensa masa de agua encuentre, al pasar de las Bahamasá los Grandes Bancos, por hora, una fuerza de oposicion en la forma de resistencia, suficiente en su conjunto, para retardarla de 2 $^1/_2$ millas por minuto en su direccion al este. Si la resistencia real se hubiese de calcular segun las leyes recibidas, se la encontrará igual á muchas atmósferas.

De todo lo expuesto resulta que la *Gulf Stream* no es ni puede ser el resultado esclusivo ni de la accion del viento, ni de la pendiente, ni siquiera de las solas diferencias de temperatura y densidad. Ella solo puede ser el resultado de la accion de todas esas causas reunidas, con más una fuerza cósmica permanente, la que produce las corrientes polares y ecuatoriales y sus desviaciones. Porque nada sinó una fuerza en constante accion puede mantener esas corrientes constantes en movimiento en los océanos. A fin de ilustrar mejor este hecho, supongamos que un globo del volúmen de la tierra, con un núcleo sólido, se halle cubierto en toda su superficie con un mar universal de 200 toesas de profundidad, quedando de tal manera apartado de toda causa de calor y de radiacion, hasta el grado que su temperatura fluida sea constante y uniforme por todo. Sobre un globo semejante, el equilibrio se conservará imperturbable, no habrá ni vientos, ni corrientes. Supongamos ahora que todo el agua, entre los trópicos, hasta la profundidad de 100 toesas, se convierte derrepente en aceite. El equilibrio acuoso del planeta quedará con esto perturbado; estableciéndose inmediatamente un sistema general de corrientes y contracorrientes; el aceite, formando una capa no interrumpida, correrá hácia los polos; y el agua, formando una corriente inferior, correrá hácia el ecuador. Supongamos que el aceite, al llegar á la cuenca polar, es reconvertido en agua; y que el agua, al punto de pasar los trópicos de Cancer y Capricornio, es por el contrario convertida en aceite, elevándose á la superficie en las regiones intertropicales, volviendo de nuevo como antes. De este modo, sin viento alguno, obtendríamos un sistema de corrientes tropicales y polares. A consecuencia de la rotacion diurna de nuestro planeta sobre su eje,

cada partícula de aceite, por poca resistencia que oponga, se aproximaría á los polos describiendo una espiral en la direccion del este, con una velocidad relativa cada vez mayor, jirando en torno de él con la velocidad de cerca de 1000 millas por hora. Convirtiéndose en agua, y perdiendo su velocidad, el se aproximará á los trópicos describiendo una espiral análoga, pero á la inversa, jirando ó inclinándose hácia el oeste. Debido á los principios físicos á que acabamos de aludir, todas las corrientes del ecuador en direccion de los polos mostrarán una tendencia á desviar hácia el este; y todas las de los polos en la direccion del ecuador, desviarán hácia el oeste. Supongamos que la corteza ó núcleo solidificado de este globo hipotético, asuma la disposicion y forma exacta del fondo de nuestros actuales mares, y que en todos sus respectos de figura y magnitud, represente los bancos é islas del mar, lo mismo que las líneas costeras y continentales actuales de la tierra. El sistema uniforme de corrientes que acabamos de señalar será interrumpido por obstrucciones y causas locales de diversas clases, tales como desiguales profundidades del agua, contorno de las líneas costeras, etc.; y tendríamos en ciertos parages corrientes mayores en volúmen y velocidad que en otros. Pero en general, el sistema de corrientes y contracorrientes, aunque influenciados por causas y accidentes locales, como ser niveles, vientos, densidades, contorno de las costas, profundidades, etc., siempre conservarán su tendencia cósmica innata de corrientes polares y ecuatoriales en su conjunto y resultado general y definitivo. Ahora bien ¿no es verdad que las aguas frias del norte y las aguas calientes del golfo, hechas especificamente más ligeras por el calor tropical, y á las cuales vemos actualmente desplegar un sistema de corrientes y contracorrientes, se hallan en cierto modo en la relacion del agua con el aceite?

En obediencia pues, á las leyes cósmicas que acabamos de señalar (cósmicas porque dependen de la forma y movimientos de nuestro globo terrestre, en su calidad de planeta); se observa en nuestro globo una direccion constante de las aguas polares hácia el ecuador; y un movimiento constante de las aguas tropicales hácia los polos. Y en efecto, estas sub-corrientes hiporboreales son tan reales, que se ha constatado la existencia de una de ellas de 200 millas de ancho, bajo el ecuador mismo; mientras la visibilidad de la corriente ecuatorial de la *Gulf Stream*, es un hecho real y palpable al ojo de los navegantes, formando sus lineamientos exteriores una verdadera lista en el agua. Hasta la altura de las Carolinas esta lista es visible, como un borde verdoso justapuesto á un borde azul, el brillante índigo de los

trópicos formando un bello contraste con el verde sucio de las aguas del litoral. Es esta repugnancia de las aguas cálidas de la corriente á mezclarse con las aguas frias del océano, lo que excita el asombro y se impone á la observacion. Pero hay otros núcleos fluidos que manifiestan esta misma repugnancia á la mezcla, aunque en menos escala, ó bajo circunstancias menos remarcables. Esto mismo se observa por ejemplo, en la juncion del turbio Missouri, con el claro Mississipi. Durante muchas millas, las aguas rojas del primero marchan de par con las negras traslucidas aguas del último, sin confundirse. Se necesita una fuerza esterior cualquiera que mezcle y confunda las partículas de uno y otro fluido; pues la mera *vis inertia* de la materia tiende á mantener en *estatu quo* fluidos que prefieren arreglarse por capas distintas de desigual densidad, antes que confundirse.

En el océano tenemos los profundos y constantes movimientos de las mareas, y la ajitacion superficial de las olas para vencer esta *vis inertia* ; y la maravilla es que en medio de las prolongadas y violentas ajitaciones del Atlántico norte, las aguas del golfo y del litoral mezcladas por las borrascas, no lleguen á entreverarse y confundirse mas pronto, borrándose toda division entre ellas. Pero es el caso que las aguas del Gulf Stream difieren de las aguas del litoral, no solo por su color, transparencia y temperatura, sinó por su gravedad específica, por su salumbre y tambien por otras propiedades segun es lógico deducirlo. Ellas deben en consecuencia poseer una viscosidad peculiar, ó un arreglo molecular que les es propio, que además tiende á impedir la mezcla, conservando su línea de demarcacion. Observaciones practicadas con este objeto en la marina, muestran que los buques que navegan en las aguas de las Antillas sufren en su forro de cobre más detrimentos que en otros mares. Esto puede ser un indicio de que las aguas del Mar Caribe y del golfo de Méjico, que son las que alimentan la *Gulf Stream*, contienen algun ácido ó sal corrosiva que las hace tan particularmente destructoras para el forro de cobre de las embarcaciones. Estos indicios de su accion sobre el cobre y de su subido color azul característico, indican un más elevado punto de saturacion de sales, de las que contienen generalmente las aguas marinas ; hecho que ha confirmado el salómetro. En efecto, de los esperimentos hechos por el Doctor Thomassy, el cual ha empleado los más perfectos y delicados instrumentos en sus ensayos de las aguas marinas, resulta que el agua del golfode Biscaya contiene 3 $^{1}/_{2}$ % de sal ; en la region de los vientos alisios 4 $^{4}/_{10}$ % ; y en la *Gulf Stream,* de Charleston, 4 % ; no obstante que el Amazonas y el Mississipi, con todos

los otros caudalosos rios intermediarios, y además, los aguaceros constantes de las Antillas, contribuyen incesantemente con toda su agua dulce, para diluir la salumbre de esa cuenca.

Ahora se presenta la cuestion; que es lo que hace las aguas del Mar Caribe y del golfo de Méjico mas saladas, que las aguas de esas regiones que la Gulf Stream recorre? Hay agentes físicos que se sabe trabajan en diversas partes del océano, y los cuales tienden á hacer unas aguas más pesadas y saladas que otras. Estos agentes son, de un lado, los moluscos y mariscos de toda especie que secretan la materia sólida de las aguas para sus estructuras; del otro son el calor y la radiacion, la evaporacion y la precipitacion. En la region de los vientos alisios en el mar, la evaporacion se halla generalmente en exceso de la precipitacion, mientras en las regiones extratropicales es el reverso el caso; esto es, las nubes precipitan más agua aquí de la que los vientos arrebatan; y estas son las regiones en que la *Gulf Stream* entra en el Atlántico. A lo largo de las riberas de la India, en que se han practicado observaciones, la evaporacion del mar se dice alcanza á tres cuartos de pulgada diarias. Es muy probable que en las regiones de los vientos alisios del Atlántico, esta evaporacion sea mayor y que alcance á una pulgada diaria. Pero no queremos suponer esto, sinó que solo alcance á media pulgada diaria; esto dá una evaporacion anual de 15 piés, 5 metros, con la probabilidad que sea realmente mayor de esta tasa. En este procedimiento en el mar, solo el agua es evaporada; las sales que acompañan estas se quedan. Ahora bien, una capa de agua marina, de 15 piés de espesor, y de la estension que abarcan los vientos alisios en el Atlántico; en todo el ancho de este mar, contiene un inmenso monto de sales. La gran corriente ecuatorial, que á menudo varia desde las riberas del Africa, al travez del Atlántico, penetrando en el mar Caribe, es una corriente de superficie; y conduce indudablemente dentro de ese mar todas las aguas que los vientos alisios, que las acompañan é impulsan, segun Franklin y Herschel, han evaporado en grande escala, condensando sus sales hasta el grado de cargarlas con cerca de 4 $^1/_2$ $^o/_o$ de sal. Hé ahí pues, el agente que hace las aguas del Mar Caribe más saladas, y por consiguiente más pesadas, que el término medio de las aguas en una temperatura dada.

Poco importa, en lo que respecto á la correccion, del principio sobre que este razonamiento reposa, que la evaporacion de la region de los vientos alisios en el Atlántico sea de 15, de 10 ó de solo 5 piés. La capa de agua, cualquiera que su espesor sea, que es evaporada en esa

parte del océano, no es toda devuelta por las nubes á la misma region de donde es estraida. Sinó que esos vientos las toman (las nubes) virtiéndolas en lluvias en las regiones extratropicales de la tierra, sobre la tierra tanto como sobre el mar, y por la tierra es absorbida más agua de la que deja escapar en nubes de nuevo, por evaporacion. El resto se infiltra al travez del suelo para formar las fuentes, volviendo al mar por el intermedio de los rios. Supongamos que el exceso de precipitacion en estas regiones extratropicales del mar suba á 12 pulgadas, ó que no sea sinó 2 pulgadas; son 12 pulgadas, ó 2 pulgadas, segun el caso, de agua dulce añadida al mar en esas partes, y lo cual por consiguiente tiende á disminuir la gravedad específica del agua del mar allí en esa estension, produciendo un doble efecto dinámico, por la sencilla razon de que es tomado de un platillo de la balanza, para ponerlo en el otro, lo que dobla la diferencia.

VIII

ACCION DEL CALOR Y DE LOS VIENTOS SOBRE LAS CORRIENTES OCEANICAS. DINAMICA DEL MAR

Ahora que ya se puede formar una cabal idea respecto de la influencia que las sales abandonadas por los vapores, arrebatados por los vientos alisios del nordeste y sudeste de la superficie del mar pueden ejercer en la produccion de las corrientes, nos permitiremos hacer un calculo parcial, para demostrar toda la sal que estas aguas, antes de ser evaporizadas, tenían en solucion, y por consiguiente mientras formaban parte de la masa marítima. Los vientos alisios de las regiones del nordeste del Atlántico abarcan una área de por lo menos 3 millones de millas cuadradas, y su evaporacion anual solo suponemos llegue á 15 piés. La sal contenida en una masa de agua marina cubriendo hasta la profundidad de 15 piés una área de 3 millones de millas cuadradas de estension superficial, bastaría para cubrir con sal las Islas Británicas hasta la profundidad de 14 piés. Como esta agua suple á los vientos Alisios con vapores, ella se hace por consiguiente más salada, y á medida que se hace más salada se

hace tambien más pesada; y por consiguiente se puede inferir que la fuerza de cohesion entre sus partículas es mayor.

Cualquiera que sea la causa que habilita á estas aguas impulsadas por los vientos alisios á permanecer en la superficie, sea que ella provenga del hecho indicado, y en consecuencia del cual las aguas de la *Gulf Stream* pueden mantenerse en su canal; ó que provenga del hecho de que la expansion del calor de la zona tórrida, es suficiente para compensar este aumento de salumbre, y mas allá; ó que provenga de la baja temperatura y alta saturacion de las aguas sub-marinas del océano intertropical; ó que dependa de todas estas circunstancias reunidas á la vez, el que estas aguas se mantengan en la superficie, baste decir que ellas penetran en el Mar Caribe como una corriente de superficie. En su pasage y al travez de él, ellas se entreveran con las aguas dulces que se vacían en el mar del Amazonas, del Orinoco y el Mississipi, y de las nubes y rios de las costas adyacentes. Un inmenso volúmen de agua dulce llega proveniente de esas fuentes. Ellas tienden á hacer el agua del mar que los vientos alisios han barrido é impulsado en esa direccion, menos salada pero no menos caliente y lijera: porque las aguas de esos grandes rios intertropicales son más calientes que las aguas del mar. Esta admixtura de agua dulce deja aún al Gulf Stream una salumbre más fuerte que la de los mares extra-tropicales, pero no tan fuerte como la de las regiones de los vientos alisios.

La dinámica del mar confiesa el poder de los vientos en esas tremendas corrientes que suelen crear á veces las borrascas ; como tambien que aún los templados vientos alisios pueden crear, ó por lo menos influenciar, corrientes de mar de una manera estable y permanente. Pero el efecto de los vientos moderados, como los vientos alisios, es el de ocasionar oleajes, marejadas (*drift* en inglés) más que corrientes. La marejada se halla confinada á las aguas de superficie y los vientos alisios del Atlántico pueden ayudar á la formacion del Gulf Stream, impulsando las aguas que les han suministrado vapores, hácia el Mar Caribe. Pero admitiendo que los vientos Alisios hayan conseguido arrastrar al Mar Caribe toda el agua que se quiera del océano equinoccial, eso solo no es sin duda una suficiente fuerza propulsora para proyectar de un golpe, las aguas de la *Gulf Stream* sobre las riberas Europeas. Debe haber otras causas además. Hay sin duda lugar para esto allí; y hay lugar por causa de la diferencia en la gravedad específica del agua de mar, en un mar intertropical de un lado, comparada con la gravedad específica del agua en los mares del norte y en los océanos helados, del otro.

Las fuerzas dinámicas de que la *Gulf Stream* es la espresion se puede con igual propiedad decir reside en los mares del Norte, como en los mares de las Antillas. De un lado tenemos el Mar Caribe y el golfo de Méjico, con sus aguas de salmuera; del otro la gran cuenca Polar, el Báltico y el Mar del Norte, estos dos últimos con aguas que apenas son algo más que salobres. En un juego de estas cuencas de mar, el agua es pesada; en el otro ella es lijera. Entre ellas hay un océano intermediario; pero el agua necesita encontrar su equilibrio, lo mismo que su nivel; y en esto tal vez hemos descubierto uno de los agentes más eficaces para la formacion y sosten de la *Gulf Stream*. Como quiera que se miren las influencias ocupadas en concentrar las aguas que han suministrado su vapor á los vientos alisios, dentro del Mar Caribe, para de allí arrojarlas al travez del Atlántico, hay que confesar que la sal, que el vapor de los vientos alisios deja detras en las aguas de los trópicos, tiene que ser transportada de la region de los vientos alisios, para ser entreverada en debidas proporciones con el agua de los otros mares, el Mar Báltico y el océano Artico inclusos, y que por lo menos estas forman una parte de las aguas que vemos correr al travez de la *Gulf Stream*. El transportarlas es sin duda una de las grandes funciones físicas que este desempeña en la economía del Globo. Cualquiera pues que pueda ser el asiento de las fuerzas que ponen en juego la *Gulf Stream*, las aguas de esta tienen un camino trazado en la direccion del Mar del Norte y del océano Artico (con 3.000.000 de millas cuadradas de superficie este último, de las que un millon sin esplorar) en virtud tanto de su gravedad específica, como de su temperatura, de donde el agua es conducida de nuevo en virtud de su gravedad específica siempre, y por las fuerzas de las contracorrientes, á su punto de partida. La fuerza dinámica que sostiene la Gulf Stream puede en consecuencia decirse que se ejercita en un círculo de accion completo y definido, saliendo y volviendo de las aguas Polares, á las aguas intertropicales del Atlántico.

Respecto á la temperatura del *Gulf Stream*, hay en un dia de invierno en Hatteras, y aún tan alto como en los grandes bancos de Terranova en medio del océano, una diferencia entre la temperatura de sus aguas y las del océano inmediato, de 20° á 30° Fahr. (de 12° á 18° centígrados). El agua, sabemos, se espande por el calor, y aquí la diferencia de la temperatura puede más que compensar por la diferencia de salumbre, dejando por consiguiente, las aguas del Gulf Stream aunque más saladas, más lijeras en razon de su mayor calor.

La temperatura de la corriente del Golfo, al salir de los *Narrows* de la Florida, es segun Tyndall de 83° Farh. (28° centígrados). Si las aguas del Gulf-Stream son más ligeras, ellas deben en consecuencia ocupar un nivel más elevado que aquellas en medio de las cuales fluyen. Suponiendo que la profundidad en Hatteras sea de 114 toesas (228 metros), y concediendo la tasa ordinaria de espansion para el agua marina, las cifras demuestran que el eje medio del Gulf-Stream es cerca de dos piés más elevado que las aguas contiguas del Atlántico. De ahí el que la superficie de la corriente deba presentar una curva abovedada en el medio, por la cual el agua (ó las capas de agua superficiales) se desliza como sobre el techo de una casa. En prueba de esto se cita el hecho que las algas y maderas flotantes de la corriente, jamás ocupan el centro, sinó sus costados, arrojados por el agua que desciende de uno y otro lado; esto hace tambien que los despojos de un lado no puedan pasar al otro, porque tendrían que cruzar como sobre una eminencia. Hay tambien otra causa que contribuye á esto. Aludimos al efecto producido sobre las materias de desecho por la rotacion diurna de la tierra.

Un ejemplo nos hará comprender mejor el hecho que acabamos de citar arriba. Tomemos por ejemplo un ferro-carril que corre de norte á sud, en el hemisferio boreal. Es una cosa bien sabida por los ingenieros que cuando los trenes se encaminan al norte, su tendencia es á ladearse ó recostarse del lado oriental; pero cuando los trenes marchan en la direccion del Sud, su tendencia es á desviarse ó descarrilar del costado oeste de la via. En nuestro hemisferio sería al reves; al marchar al norte los trenes se inclinarán siempre del lado oeste; y al marchar al sud, del lado este de la via; este desvío se halla en razon directa de la velocidad, siendo tanto más grande, cuanto mayor és esta. Esto no es, segun se ha dicho, sinó un efecto de la rotacion diurna, y es por consiguiente su demostracion natural un efecto físico. En el norte la desviacion tiene lugar siempre á la derecha; en el hemisferio sud á la izquierda. Ahora bien, tomando en cuenta la *vis inertia* y la velocidad, la tendencia á obedecer á la fuerza de esta rotacion diurna y de inclinarse á la derecha, es proporcionalmente tan grande en el caso de una mancha de algas marinas, mientras voga á lo largo de la *Gulf-Stream*, como en el tren de un ferro-carril que marcha en la direccion de norte á sud. Los rieles detienen el tren é impiden que se descarrile en la direccion espresada; peró no habiendo rieles que retengan á las algas, estas naturalmente se desvian en la direccion de la fuerza de la rotacion latente. El más lijero impulso

tendente á desviar los cuerpos que se mueven con libertad en el agua es inmediatamente sentido, é implícitamente obedecido. Es en consecuencia de esta rotacion diurna que los raigones flotantes que descienden el Mississipi, son arrojados de preferencia sobre la ribera oeste ó derecha. Es el reverso de lo que acontece en *Gulf-Stream*, la cual corre al norte, esto es, en una direccion opuesta; sus desvios tienen lugar por este motivo hácia el este.

En consecuencia, el efecto de la rotacion diurna debe hacerse sentir no solo sobre los vientos y las corrientes del mar, sinó que tambien debe estenderse á todas las materias que estas corrientes transportan, al más grande *iceberg*, lo mismo que á la más pequeña brisna de pasto que flota sobre las aguas, ó el más diminuto organismo, que solo el más poderoso microscopio puede descubrir entre las partículas impalpables del polvo marino.

En su curso en la direccion del norte, la *Gulf-Stream* tiende gradualmente cada vez más hacia el este, hasta llegar á los Bancos de Terranova, donde su curso se dirije casi derecho al este. Se creía que estos bancos la hacían doblar, apartándola de su propio curso; pero un exámen detenido ha revelado que no era esta la causa. Es allí donde la corriente polar fria, donde los *icebergs* del norte, son encontrados y fundidos por las aguas calientes del golfo. Allí se depositan tambien la tierra, arena y ripio que esos icebergs acarrean de las apartadas regiones del Mar Glacial. El capitan Scoresby muy avanzado en el norte, ha contado hasta 500 *icebergs* saliendo de los mismos vecindarios y vogando en estas corrientes de aguas frias en la direccion del Sud. Muchos de ellos, cargados con tierra, se han visto encallados en los bancos. Este procedimiento de transportar despojos del norte en la direccion de estos bancos, y de decantar sobre ellos los infusorios y los despojos de séres orgánicos acarreados con tal profusion en las aguas calientes del Gulf-Stream, y precipitados y sepultados por miriadas en el punto que tiene lugar el encuentro entre ella y la gran corriente polar, es un procedimiento constante y eterno, lo cual esplica la formacion de los bancos en ese punto, en que tiene lugar la línea de choque ó confluencia de las dos grandes corrientes cósmicas. Porque esas ajencias, con el tiempo, pueden dar razon de la formacion de estensas barras y bancos, y aún de la configuracion del continente mismo.

En efecto, las aguas calientes, cargadas de materias orgánicas en suspension, del Golfo, al entrar en confluencia con las aguas frias de la corriente polar, depositan naturalmeate todo cuanto contienen,

por la misma ley que hace que un aire caliente, cargado de vapor, que encuentra una corriente fria proveniente del polo, precipite sus vapores en forma de lluvia ó de nieves. Por su parte, los témpanos polares al detenerse allí, puesto que allí son contenidos y fundidos por una corriente marina caliente, naturalmente se disuelven y depositan en ese mismo lugar, la tierra, arena, guijos y hasta peñascos que acarrean. Estos depósitos han podido rellenar las cavidades mas profundas con el transcurso de los siglos, y de ahí el que esos bancos se alcen justamente en un punto donde el mar es mas profundo. La profundidad de este es ya un hecho conocido; si se pudiese averiguar al mismo tiempo la cantidad de depósitos que en un año, dejan las dos corrientes en la línea de encuentro, resultaría entónces que podría averiguarse de una manera positiva la duracion de la edad cuaternaria, y de los últimos períodos geológicos de nuestro planeta, asunto importantísimo para la cronolojía de nuestro globo. Veamos si con los datos actualmente conocidos, podemos investigar algo en este sentido.

IX

ACCION GEOLÓGICA DE LA GULF-STREAM SOBRE LOS BANCOS DE TERRANOVA SU CURSO

Como se verá más adelante, la diferencia entre el nivel superior del Banco de Terranova y el fondo marino sólido y real del Atlántico en esa misma region, es más ó menos de unos 10.400 metros (unas 5200 toesas). Hay pues unos 10,400 metros de profundidad terraplenados, más ó menos, desde que comenzaron estos depósitos. Estos depósitos han debido comenzar en el período plioceno, que es cuando los polos que antes gozaban de una temperatura tropical, comienzan á congelarse y á enviar por consiguiente corrientes en la direccion del Ecuador. Las dos corrientes se iniciaron pues á mediados de ese período, que es cuando los frios comienzan á hacerse sentir. Suponiendo con M. Geikie que los depósitos hayan marchado á razon de tres piés por siglo, que es la tasa de la deposicion más rápida que se conoce, en la embo-

cadura del Mississipi, tendremos entónces 1.033,010 años transcurridos desde que comenzaron esos depósitos. Entónces, si damos 200.000 años para el final del período plioceno, que supondremos en su totalidad de 600.000 años, resultarían 833.010 años para la duracion de la edad cuaternaria. La edad moderna, que comienza despues de la desaparicion de los períodos glacial y aluvional, que terminan la edad cuaternaria, no pasando por el cálculo de sus depósitos, más allá de los 30.000 á los 50.000 años hasta el momento presente; en lo que la geología, tanto como las tradiciones y la cronología de la naciones más antiguas, parecen estar del todo conformes. Pero es el caso que los depósitos sobre los bancos, no puedan ser tan rápidos como en la embocadura del Mississipi, en donde en 3 siglos, canales de 17 piés de profundidad, han quedado reducidos á 8 piés, lo que da tres piés de elevacion ó acumulacion de depósitos por siglo. La razon es muy sencilla. En el Mississipi esos depósitos se hallan concentrados en canales estrechos, mientras en el Atlántico, en Terranova, abarcan una inmensa área. Además, las aguas del mar no son tal vez la mitad, ni una tercera parte tan turbias como el Mississipi. Resultaría entónces que la edad cuaternaria podría haber durado en realidad tres millones de años, en vez de 800 mil; y que el período Plioceno, en vez de 600.000 años, puede haber durado de tres á cinco millones de años. Por lo demás, estos cálculos no pueden tomarse por ahora en otra estima, que como una aproximacion.

Los sondages practicados en estas regiones por las naves de la marina Inglesa y Norte Americana, tienden á confirmar las ideas que acabamos de expresar, respecto á la formacion de estos bancos. El mayor contraste en las profundidades del fondo del Atlántico se halla precisamente al sud de ellos. En ninguna parte el fondo del mar es tan somero de un lado, y tan profundo del otro, como allí en las inmediaciones de los grandes Bancos de Terranova. Viniendo del Norte, el fondo del mar se presenta en declive; pero derepente, luego de pasar los bancos, el fondo se abisma en profundidades que exceden de 5000 toesas; esto indica claramente que los despojos que constituyen esos bancos, vienen principalmente del norte.

Volviendo al Gulf-Stream, importa que entremos en algunos detalles de su curso. Desde el Estrecho de Bemini, el curso de la *Gulf-Stream*, siguiendo su trazado al travez del Atlántico hasta llegar á las Islas Británicas, que se encuentran en el medio mismo de sus aguas, esta describe aproximadamente el arco de un gran círculo. Resulta pues que la *Gulf-Stream* asume la direccion que tomaría una

bala de cañon lanzada de los Narrows en direccion de las Islas Británicas. Si fuera posible ver la Irlanda de Bemini, y fabricar un cañon que tuviese ese alcance, la persona que situada en Bemini tomase la puntería, teniendo á la Irlanda como blanco, el cañon moviéndose por su situacion, más rapidamente que el blanco en la rotacion diurna, por hallarse Bemini más cerca del ecuador que Irlanda, la puntería acestada derecho al blanco, erraría el golpe. Hallaría, examinado el hecho, que había tirado demasiado al sud, esto es, que se había inclinado á la derecha de su blanco. Para acertar, él tendría que tirar en la direccion del norte. En otros términos, la trayectoria descrita por la bala de cañon sería el resultado proveniente de la diferencia entre la tasa de rotacion y la fuerza del proyectil. Como el rayo de luz de las estrellas, la bala es afectada por la aberracion. La bala así lanzada presenta el caso de un pasagero de ferro-carril, que lanzase una manzana mientras el tren está en movimiento, á un niño parado á un lado del camino. Si lanza la manzana derecho al niño, errará la direccion, pues irá á caer más adelante; para acertar tendría que tirar más adelante, pues el pasagero y la manzana lanzada por él, marchan más ligero que el blanco á que es dirijida la manzana. Si la tierra estuviese par el contrario en reposo, volviendo á la comparacion de la bala, el tiro podría hacerse con acierto directo al blanco, no existiendo diferencia de movimiento entre el punto de partida del proyectil y el blanco. Su trayectoria seguiría perfectamente el plano de un gran círculo. Pero existiendo, como existe la rotacion diurna, puesto que la tierra jira sobre su eje, el proyectil apuntado derecho al blanco, debe por necesidad errar este, sufriendo un gran desvío á la derecha en el caso citado, esto es, al este.

Resulta, pues, que el movimiento en un gran círculo, ó mejor, en una espiral, es una ley física para todas las grandes corrientes tanto aéreas como acuáticas, en un planeta sujeto á un doble movimiento de rotacion y traslacion. Entretanto, la tendencia natural de toda materia una vez puesta en movimiento, es marchar de un punto á otro por el camino más corto; y se necesita fuerza para vencer esta tendencia. La luz, el calor y la electricidad, el impetuoso viento, el agua corriente y todas las sustancias ponderables é imponderables, una vez puestas en movimiento, tienen que someterse á esta ley. La electricidad puede ser apartada de su curso, y lo mismo sucede con el viento, ó con el agua corriente, las cuales el hombre tiene poder para sacar de su curso natural y utilizarlas; pero apartados los obstáculos y dejando en libertad moverse las corrientes ó la bala de cañon.

estas obedeciendo su impulsion primera, partirán derecho y seguirán su marcha por el camino más corto, esto es, siguiendo una línea recta si es en una llanura, ó describiendo un arco de círculo, si jiran sobre una esfera: y este impulso les viene de la ley física que obliga á toda materia puesta en movimiento, á seguir el camino más corto. Las aguas de la *Gulf-Stream*, al escaparse del golfo, no pudiendo por la interposicion del continente Norte Americano, cada vez más ensanchado hácia el norte, seguir su impulso cósmico que la lanza hácia el norte, llevando los intercambios físicos de temperatura y densidad, sigue costeando esa barrera, y obedeciendo á la ley de desvío emanada de la rotacion terrestre, al encontrar la corriente fria que viene del norte, tuerce en direccion al este, esto es, hácia las Islas Británicas, el Mar del Norte y el océano Glacial, que es, en obediencia á la ley física de su movimiento, el camino más corto que le es dado tomar, dado los obstáculos y fuerzas que encuentra en su camino. Ahora bien, este camino ó curso, segun se ha descrito, es la curva trazada por un gran círculo, que es idéntica con la parábola que describiría una bala de cañon en las condiciones dadas, lanzada en esa misma direccion.

No falta sin embargo quien sostenga que los bancos de Nantucket no controlan de ningun modo el curso del Gulf-Stream, y que no son estos, ni las costas de los Estados Unidos, los que impulsan en ese punto el curso de la *Gulf-Stream* hácia el este; ellos piensan que el curso del Gulf-Stream se halla enteramente fijado por la ley cósmica ó física de que hemos hablado, y que es la misma que hace á los planetas jirar en órbitas fijas en torno á su centro comun de gravitacion, el sol; y que aún sin existir los bancos de Terranova (de *Nantucket* como los llaman los Norte Americanos), el curso ó direccion de la *Gulf-Stream* sería más ó menos lo que es hoy. La *Gulf-Stream* dicen, es atraida hácia el Mar del Norte y el Golfo de Biscaya, debido tal vez principalmente á que las aguas allí son más ligeras que en el golfo de Méjico; y aún sin existir los bancos de Nantucket, no por eso el curso del Gulf-Stream sería más directo.

Entre tanto, es un hecho que los grandes bancos forman en realidad una barrera invasora hácia el sud, y que debe en consecuencia desde muy atrás, haber hecho retroceder hácia el sud el Gulf-Stream; y como además las corrientes frias del norte chocan en ese punto, no es posible negarse á la evidencia que este hecho ha podido forzar al Gulf-Stream á formar una direccion más directa hácia el este, que comportaría su trayectoria natural de impulsion cósmica. Es muy

probable tambien que esa corriente haya surjido desde muy temprano en las edades geolójicas, que hemos mencionado, y que su direccion haya decidido de la conformacion de la parte setentrional del Nuevo continente, el cual ha podido de este modo surjir en la zona de reposo así creada en los mares primitivos. Como quiera, y como una prueba de la verdad de la doctrina expuesta, se vé que las aguas del Gulf-Stream pierden terreno en el norte durante el invierno, esto es, de Setiembre á Marzo, ganando solo en estío, el terreno perdido. La razon de este cambio de posicion es obvia. Las riberas del Gulf Stream son formadas por el agua fria. En el invierno el agua fria en el costado izquierdo ó Americano de la corriente, aumenta con exceso. El debe en consecuencia ganar terreno, haciendo presion sobre el costado norte del Gulf-Stream, desalojándolo del gran espacio que gana en la estacion opuesta. En el estío, de Marzo á Setiembre, la temperatura de las aguas frias es modificada, y como no se presentan en la misma abundancia, su presion cesa, y el agua caliente del Gulf-Stream puede recobrar el terreno perdido, estableciendo de ese modo un movimiento anual de báscula.

X

INFLUENCIA DEL GULF-STREAM SOBRE LOS CLIMAS EUROPEOS. NUEVOS DATOS

Segun Tyndall, la corriente del golfo se debe, á más de las causas enumeradas, y sobre todo, á la *convexion*, esto es, á ese fenómeno físico que hace que el calor de una extremidad, se comunique y pase á la otra extremidad. «Las corrientes establecidas en el océano, dice, influencian poderosamente los climas, por el calor que ellas distribuyen. La más notable de estas, y la más importante para la Europa, es la *Gulf-Stream*, que atravieza el Atlántico desde las regiones ecuatoriales, pasando al travez del golfo de Méjico, de donde saca su nombre. Al abandonar el estrecho de la Florida, presenta una temperatura de 83° Fahr. (23° centígrados); de allí sigue las costas

de América hasta el Cape Fear, de cuyo punto hace su atravesada del Atlántico, tomando la direccion del nordeste, hasta que llega á bañar las costas de Irlanda y en general las riberas del noroeste de Europa.

Como era de esperarse, la influencia de esta enorme masa de agua caliente se pone completamente de manifiesto durante los inviernos Europeos. En las Islas Británicas ella abole toda diferencia de temperatura, debida á una diferencia de latitud del norte al sud de la Gran Bretaña; si recorremos desde el canal hasta las islas Shetland en Enero, encontraremos por todo la misma temperatura. La línea isoterma corre de norte á sud. La presencia de esta agua hace el clima de la Europa Occidental completamente diverso del que prevalece en la costa opuesta de América. El Rio Hudson, por ejemplo, en la latitud de Roma, se conserva helado por tres meses en el año. Partiendo de Boston en Enero, despues de dar la vuelta á San Juan de Terranova, marchando de allí á Iceland, por todo se encuentra la misma temperatura. El puerto de Hamerfest, saca toda su importancia de hallarse libre de hielos todo el año. Esto se debe al *Gulf-Stream*, que contornea el Cabo Norte, y de tal manera modifica allí el clima, que en algunos parages, aún marchando al norte, se penetra en regiones más cálidas. El contraste entre la Europa Setentrional y la costa oriental de América, hizo á Halley adoptar la nocion errónea de que el polo norte de la tierra había cambiado de lugar ; que él había estado situado en edades pasadas, en las inmediaciones del estrecho de Bering, y que el intensísimo frio observado en esas regiones (y de que da cuenta Nordeskjold en su invernada allí, con el Vega), es un resto del frio del antiguo polo, que aún no había tenido tiempo de desaparecer, despues del cambio de direccion del eje. Pero las investigaciones del célebre Dove nos han enseñado que el Gulf Stream, y la difusion del calor por medio de los vientos y de los vapores, son las causas reales de la suavidad del clima Europeo. En la costa occidental de América, entre las Rocky Montains y el Océano, hallamos un clima Europeo.

Ese clima delicioso de California, á que hace alusion Tyndall, se debe igualmente á una corriente tropical de aguas calientes, que lame esa parte de las costas del Pacífico. Es esa corriente la que da sus lluvias á Norte América, pues los vapores del Alántico no tienen en ella su condensador, lo tienen en Europa y en las montañas Europeas. Pero en estas, los vapores condensados no descienden en forma líquida, sinó en forma sólida, en forma de nieve, la cual acumulándose

en las montañas, forma el receptáculo que ha de dar agua y frescura á la Europa, durante los calores del estío.

Segun el Dr. Croll, el eminente geólogo, la cantidad total de calor que la corriente oceánica del Gulf-Stream transporta, es igual á la de una corriente de agua de 50 millas de ancho y de 1000 piés de profundidad, con una temperatura media de 65° Fahr. (15° centígrados), y fluyendo á razon de cuatro millas por hora. Esto representa una cantidad total de calor transferido de los trópicos al norte, de cerca de 155 cuatrillones de piés-libras por dia. Aún reduciendo esta estimacion á la mitad, la separacion del *Gulf-Stream* privaría al Atlántico de una cantidad de calor igual á un cuarto de todo el calor recibido directamente del sol en esa área. La influencia calentante del Gulf-Stream es evidente, por la temperatura media comparativa de los lugares en el mismo paralelo de latitud norte en Europa y Américr. Así, en Burdeos en los 44°50 de latitud norte, la temperatura invernal media es +41° Fahr. (+5 centígrados); siendo la temperatura media estival +69°1 Fahr. (19° centígrados). Entre tanto en Halifax, situado en la misma latitud en Nova Scotia, América, la temperatura correspondiente es +22°6 Fahr. (—5° C.) y +63°5 Fahr. (+14 centígrados). Además en Escocia la temperatura media invernal y estival es de 38°5 Fahr. y 56°5 Fahr. (+3° y 11° centígrados) mientras en Hebron, situada en la misma latitud en el Labrador, son respectivamente —5°1 y +46°1 Fahr. (—15° y +6° centígrados.

Acabamos de ver cómo se atribuye al *Gulf-Stream* la influencia calorificante que atempera los climas de la Europa occidental, comparados con los climas de la misma latitud en la ribera opuesta de América. Hoy sin embargo la opinion más ilustrada con el estudio detenido de los hechos, y desvanecidos los primeros entusiasmos é infatuaciones, que acompañan los descubrimientos físicos importantes, ha modificado mucho esas ideas predominantes hasta hace poco, con su tanto de reaccion excesiva tal vez. Hoy se ha aceptado que el Gulf-Stream se pierde luego en la superficie del Atlántico; y se ha llegado hasta atribuir la accion calorífica, que ya no podría atribuirsele, á otra corriente que forma una especie de continuacion, ó mejor, consecuencia de ella, y que en definitiva no consiste en otra cosa, que en un lento movimiento de las aguas de superficie del océano del este hácia el oeste. De ahí el que la cuestion del calentamiento mediante una masa de agua recalentada de los trópicos, dotada de un lento movimiento, haya quedado problemático para ciertos espíritus siem-

pre prontos á reaccionar en un sentido opuesto á lo aceptado. Entre estos hoy se forma una opinion que atribuye las influencias caloríficas antes adjudicadas al Gulf-Stream, á una circulacion atmosférica, y no á una circulacion oceánica.

A nuestro entender ambos sistemas ú opiniones adolecen de exageracion. Nuestro planeta se halla predominado, ó preponderado si se quiere, por dos océanos, uno de agua, otro de aire, llamados á influenciarse y á reaccionar recíprocamente y en combinacion. No puede haber pues una corriente de agua oceánica, sin que esta produzca ó sea acompañada por lo menos, por una corriente de aire atmosférico en el mismo sentido y de la misma calidad ; esto es, una corriente de aire caliente y de bajas presiones, correspondiendo á una corriente marina de aguas calientes y salobrificadas. Lo uno trae y engendra lo otro, como una consecuencia lógica. Que la *Gulf-Stream* existe es un hecho que no se puede negar, puesto que se prueba por sí mismo por la temperatura y el color de sus aguas. Se dice que se pierde en el medio del Alántico. Lo único que podría decirse es que se hace menos perceptible á causa de una expansion más vasta : pero la corriente existe y continúa hasta las costas occidentales del viejo continente, donde cierran su círculo de accion volviendo en forma de corriente de aguas enfriadas ó frias. Esto lo prueba la temperatura de las aguas y la lójica de los movimientos cósmicos de nuestro planeta. A esta corriente indudable de agua caliente, acompaña indudablemente otra de aire caliente y húmedo, de que ya hemos hablado, y de que hablaremos despues, completando la una las influencias de la otra. Aisladas no producirían los resultados que se palpan. Es á su accion conjunta que se deben. Pero procedamos al estudio de los hechos con los datos más recientes.

La circulacion del océano presenta un gran interés, y los gobiernos no han consagrado á ella toda la atencion que merece, y de ellos depende el que la cuestion no haya recibido toda la atencion y estudio que merece. Como estos estudios exigen grandes erogaciones pecuniarias, en razon del mucho tiempo y del vasto campo que hay que recorrer, es sobre todo á los gobiernos á quienes incumbe ; esto es, á los gobiernos ilustrados y sábios. A los que no lo son, nada tenemos que decir. En la ausencia de los gobiernos, entre tanto, los particulares han hecho algo en este sentido. Nos referimos al profesor Pouchet, el cual ha emprendido algunos esperimentos mediante la liberalidad de la ciudad de París y la cooperacion del príncipe Alberto Monaco. En efecto, este puso su yacht de vela la *Hirondelle* á la disposicion del profesor

Pouchet, el cual partió á mediados de 1885 de Lorient, despues de improvisar á la lijera, por la urjencia, algunos aparatos. El había escojido las tres formas siguientes de flotes: 1° diez boyas esféricas de cobre atornilladas y ribeteadas con goma elástica en las junturas; 2° veinte barriles de una capacidad de 3 1/2 galones, muy sólidos; 3° ciento cincuenta botellas cerradas con un corcho selecto, con su gorro de goma elástica. Cada flote contenía una solicitud impresa en francés, inglés, ruso, noruego, danés, aleman, holandés, español, portugués y mangrebino á fin de que el que lo encontrase enviara el papel incluso á las autoridades de su país, para ser enviado al gobierno francés, con detalles respecto al lugar y fecha y las circunstancias en las cuales había sido recojido el flote.

La *Hirondelle* partió á su experimento el 1° de Julio de 1885. Los primeros flotes debían ser arrojados al N. O. de Corvo, la última de las Azores. El 27 de Julio, á 110 millas al noroeste de Corvo, se comenzó la arrojada de las botellas al océano á las 6 $^1/_4$ de la mañana, arrojándose una cada milla, hasta las 3 horas 40 minutos de la tarde. En seguida se comenzaron á arrojar los barriles, y despues las esferas, estas dos últimas clases de flotes esparciéndose cada 2 millas; arrojándose la última el 28. A esto siguió la segunda série de botellas. Los flotes han sido distribuidos en una línea que se estiende 14° en la direccion del nordeste, en una estension de 170 millas de largo. El sitio elegido de antemano para la operacion, y que el Príncipe Alberto practicó con tan buen éxito por su parte, se estiende en la línea que une el estrecho de Florida (por el cual el Gulf-Stream entra en el Atlántico) y la entrada del canal de Inglaterra.

Era la opinion del príncipe que si uno de estos flotes alcanzaba las costas de Europa, sería entre los 40° y 50° de latitud norte; pero sucedió que hasta fines de Marzo de 1886, nada de esto había ocurrido. Pero en 1886 y 1887 algunos flotes han alcanzado las costas de Europa en los límites indicados. Tres de los flotes fueron recogidos al principio, despues de un viage hácia el este en el cual parecen haberse inclinado mucho hácia el sud. El periódico Francés, *Le Genie Civil*, de quien tomamos estos datos, parece estrañarlo mucho. Dos botellas y un barril fueron hallados en las Azores; una de las botellas á 10 millas del puerto de Santa Iría, Isla de San Miguel; otra á 1 milla este de Porto Formoso en la misma Isla; y el barril en Porto, Isla de Santa Maria. El asombro de *Le Genie* proviene del poco conocimiento sobre la materia. Nosotros sabemos que dentro del área del vasto círculo de corrientes del Atlántico norte, existe un

«Mar de Sargasso» ó remanso de desechos, que confina por el este con las Azores, y no nos asombra el que esos flotes no hayan llegado á las costas Europeas. Ellos no podrían absolutamente pasar el Gulf Stream, puesto que habían sido arrojadas á su costado derecho, esto es, de 110 á 170 millas al oeste de las Azores, y dentro de los confines del remanso inmóvil del Mar de Sargasso. Esos flotes han debido arrojarse entre Terranova, Escocia ó Iceland, para que pudiesen llegar á las costas Europeas, pues en esa direccion se halla la corriente del Gulf-Stream que podía conducirlas. La *Gulf Stream* forma como sabemos, un plano inclinado que arroja todos los sargasos y desechos al remanso quiescente situado entre las Azores y las Antillas; remanso que prueba la existencia del *Gulf-Stream*, puesto que es ocasionado por él. Esos flotes mal arrojados y dispuestos tienen necesariamente que concentrarse en el Mar de Sargasso, donde se concentran todas las aguas y desechos que flotan en el Atlántico, al sud de la parábola descrita por la Gulf-Stream. Todo se deduce lógicamente de los estudios que acabamos de esponer precedentemente, sobre los datos que nos ha suministrado la marina de todas las naciones de la tierra.

Las dos botellas habían empleado 53 días en recorrer una distancia de 420 millas. El barril que encalló en Santa Maria parecía mostrar que los flotes continuaban su curso hácia el sud. Es admisible suponer que los flotes, despues de rodear las Azores, continuaron viajando (con la corriente que desciende del norte en la direccion de las Islas del Cabo Verde) debiendo atravesar el Atlántico y llegar á las Antillas para completar el círculo de evolucion. Por nuestra parte creemos que por la mala eleccion de la línea de proyeccion de los flotes, estos no pueden hacer otra cosa que jirar indefinidamente en el inmenso remolino, ó mejor, remanso, llamado Mar de Sargasso. Porque esos flotes caídos en el Gulf Stream, son por la convexidad de la corriente, arrojados hácia el sud, esto es, al «Mar de Sargasso». En esas condiciones, ninguno de ellos está destinado á llegar á las costas oceánicas de Francia, punto que acabamos de demostrar. Los flotes como se ha visto, han demostrado existe una corriente hácia el este, puesto que han viajado al este, y si se han inclinado al sud, es porque han seguido la direccion que la Gulf-Stream impone á los despojos y algas, que su lomo en caballete arroja al remanso del «Mar de Sargasso». Los escritores de *Le Genie*, aseguran no existe corriente de aguas calientes más al norte de los 40° y en esto sufren un error. El Gulf-Stream sube hasta Nautucket en los 42° más ó menos, y es de

allí recien que ella atravieza el Atlántico segun lo hemos descrito, teniendo en vista los mejores documentos.

Las corrientes más al sud de los 42° se hallan como sabemos, influenciadas por los vientos ; y la direccion de los flotes hallados coincide perfectamente con la carta de los vientos de esa época y de las corrientes de su influjo.

En caso pudiese el Gulf-Stream ser desviado, como se temía cuando se inició el proyecto de la apertura de un canal interoceánico en el Istmo de Panamá, las corrientes polares que se estienden en la direccion del sud, ocuparían una gran parte del Atlántico, y los vientos del oeste que son calientes y húmedos para Europa, se harían frios y desapacibles ; y una gran parte de las Islas Británicas, junto con la Escandinavia, se harían inhabitables para hombres civilizados. Dentro de la edad en que el hombre se ha mostrado sobre la tierra, la Europa Setentrional ha experimentado dos grandes edades ó ciclos; una más cálida y otra más fria que la actual. El zorro artico, el gloton y el rengífero han habitado hace no muchos centenares de siglos (tal vez no hacen más de 30.000 años) los bosques de la Francia Setentrional; mientras por el otro lado, en períodos anteriores al glacial, infinitamente más prolongados, el higuero y el laurel de las Canarias florecían en la cuenca de París; mientras elefantes, leones y panteras vagaban por los bosques del Támesis. Estos cambios climatéricos, piensa Mr. Geikie pueden ser debidos á una alteracion en el curso del *Gulf-Stream* (lo que no es de ninguna manera probable, pues sabemos fueron el resultado de causas geológicas aún más trascendentales). En efecto, no hay el menor vestigio de una sumersion del Istmo de Darien. Este istmo rocoso necesitaría sumergirse cuando menos de 800 á 1000 piés bajo el nivel del mar, para llevarse todo el Gulf-Stream al Pacífico ; y esto mismo es dudoso puesto que es una causa cósmica y no local la que impulsa al Gulf-Stream en su direccion actual, no habiendo trabajo humano que pueda desviarlo, como ningun trabajo humano bastaría para desviar los vientos Alisios, que obedecen más ó menos á la misma causa. Así, la construccion del Canal de Panamá, una vez terminada, tendrá todavía menos efecto para alterar el clima de la Europa Occidental, que el vaciar una tetera de agua hirviendo podría tener para derretir las nieves del polo y levantar la temperatura anual de la Groenlandia.

Fuera de que la corriente del golfo solo se acerca á la costa en la extremidad de la Florida, pasando las aguas calientes del Mar Caribe, que la forman, lejos de Aspiwall donde se halla la boca del canal.

Nada tiene pues que ver el canal con la *Gulf-Stream*, de la cual no desviará una sola gota de agua, tanto más, cuanto que existe una línea de arrecifes ó bancos, entre las aguas del Mar Caribe, donde se halla el canal, y la costa, segun lo hemos demostrado en otra parte. Esas vanas objeciones las vemos surjir siempre que se trata de una grande y útil empresa. El canal de Suez debía innundar el Mediterráneo con las aguas del Mar Rojo, y nada de eso ha sucedido. El Mar de Sahara proyectado por M. Rudaire, iba á alterar el clima de Suiza, aumentar sus hielos y hacer descender su temperatura. Entretanto, el desierto de Sahara tiene más de tres millones de millas cuadradas de superficie; y de esos 2 1/2 millones de millas se hallan formando una alta meseta con un nivel muy superior al Mediterráneo. El mar de los Schotts se puede hacer sin alterar en lo más mínimo el clima de Suiza, ni sus nieves; y un mar en el Sahara, mejoraría el clima de Suiza, haciéndolo más templado y más húmedo en vez de deteriorarlo. Pues bien, ¿se creerá? esas banales y nécias objeciones, ya que no pudieron matar los canales interoceánicos, han muerto ó diferido por lo menos, el proyecto de un mar interior en el Sahara, que ha existido en el tiempo de los Romanos sin inconveniente para nada ni nadie. A pesar de su decantada civilizacion, el espíritu Europeo está todavía muy atrás de la altura é instruccion de que es suceptible y á que debe llegar.

XI

VARIEDAD EN LA DENSIDAD Y COLORES DE LAS AGUAS DEL MAR. MOVIMIENTOS MARINOS SUBALTERNOS. REMANSOS DENOMINADOS SARGASOS.

De todos los fenómenos presentados por las corrientes del mar, uno de los más singulares es la repugnancia de las masas, capas ó manchas de agua de diferente densidad, temperatura ó color, á mezclarse unas con otras. A más de 100 millas de la embocadura del Mississipi, por ejemplo, se suelen observar *puddles* ó lonjas de las

aguas dulces del rio, vogando en la superficie del mar con poca ó ninguna mezcla de su salmuera; fenómeno bien conocido de los marinos, que suelen renovar su provision de agua en ellas, sin costearse hasta las aguadas de la costa. Esto mismo se observa á la embocadura del Orinoco, del Amazonas y del Rio de la Plata. En el mar es muy comun encontrar masas de agua diferentes en color y que marchan juntas sin mezclarse. Igualmente comunes son en el mar las manchas de aguas blancas, negras, verdes, amarillas ó rojizas, que se conservan largo tiempo sin mezclarse con sus vecinas. Esta misma proclibidad existe entre cuerpos ó corrientes de agua que difieren en temperatura ó velocidad. Esta peculiaridad es muy notable á veces en las inmediaciones de la *Gulf-Stream*, de tal modo que, inducidos en error por estas lonjas de aguas alternativamente calientes y frias, algunos han llegado á creer que el Gulf-Stream se bifurcaba. Pero estas lonjas de diversa temperatura que son muy comunes entre las Bermudas y los cabos de Virginia, no son otra cosa que lonjas termales de agua que han llegado á juntaponerse en el plan de circulacion oceánica, y en el sistema de desigual calentamiento y enfriamiento de sus diferentes partes.

Por lo demás, la *Gulf-Stream* no es la única masa de agua que las fuerzas termo-dinámicas del oceáno mantengan en movimiento. Casi toda esa region del Atlántico que se estiende entre el Gulf-Stream y el grupo de las Bermudas, tiene su superficie formada por aguas sujetas á la accion de un sol tropical y de vientos tropicales y cuya gravedad específica ha sido alterada por su accion, y que actualmente se deslizan en una marcha sin fin, en busca de su equilibrio siempre perdido y siempre renovado. Esta, agua sin embargo, como la de la *Gulf-Stream*, se enfria con desigualdad durante su marcha ; y lo sorprendente sería que tal cosa no tuviese lugar : porque hallándose estendida sobre un área tan vasta, y además moviéndose á tan largas distancias, y al travez de tanta diversidad de climas, temperaturas y condiciones atmosféricas, no es posible que por todo sufra las mismas vicisitudes á la vez; por consiguiente, toda el agua de esa estension no puede presentar ni el mismo calor, ni la misma salumbre, ni por consiguiente la misma densidad ; como tampoco es posible que corran siempre sobre el mismo fondo y se mezclen siempre con las mismas aguas esternas ó subterráneas, y que se estiendan siempre sobre la misma profundidad ; ni que las aguas que una borrasca revuelve, se hallen en la misma condicion que las aguas que en el mismo momento se hallan reposadas. Todo esto tiene por necesidad que producir un desigual calentamiento en la zona tórrida, y un desigual enfriamiento

en la zona templada; cuya consecuencia será lonjas y manchas de agua de diferente temperatura y densidad. Sería pues sorprendente, al atravezar estos rios marinos y aguas movientes con el termómetro de agua, el encontrar todas esas aguas con la misma temperatura inicial El no podrá observar tal cosa, sinó que encontrará las aguas dispuestas por capas ó lonjas de desigual temperatura y densidad; capas y lonjas alternadas, que las han hecho tomar por bifurcaciones del *Gulf-Stream*, sin serlo. En la carta donde se suelen trazar las corrientes marinas, las curvas representan las variaciones de temperatura observadas por el *Coast-Survey*; curvas que espresan cómo estas aguas se suelen disponer frente á los cabos de Virginia, en una série de elevaciones y depresiones termales.

Estudiando el *Gulf-Stream*, la alta temperatura y movimiento de las aguas situadas al este de ella, son dignas de ser tomadas en consideracion. La *Curosiwo* ó corriente del Japon, marcada en los mapas, tiene tambien un igual movimiento de agua caliente al este de ella. En la parte del hemisferio Occidental que llega desde el Ecuador hasta el Gulf-Stream, tanto en el Atlántico norte como en el Pacífico norte, el agua se presenta más caliente, paralelo por paralelo, que en el hemisferio Oriental. En el costado occidental, en que el agua se presenta más caliente, el flujo es hácia el norte; en el costado Oriental, donde la temperatura es más baja, el flujo es al mediodia, haciendo buena la observacion de que cuando las aguas del mar se concentran en corrientes, la tendencia de las aguas calientes es á dirijirse á las latitudes frias; y de las aguas frescas, á dirijirse á las latitudes calientes. Como el Pacífico y el Atlántico tienen cada uno su *Gulf-Stream*, cada uno de ellos tiene su génesis en el costado occidental, y en su curso se estiende á lo largo de las costas. Al apartarse de las costas, en ambos casos se dirijen al este, perdiendo en velocidad y ensanchándose. Entre cada una de estas *Gulf-Streams* y sus costas, hay una corriente de agua fresca que marcha al ecuador. En el esterior, esto es, hácia el este de cada corriente, y viniendo de los trópicos, se estiende una ancha sábana de agua caliente; cubre una área de millares de millas cuadradas, y su deriva ó movimiento es hácia el norte. Entre la deriva setentrional de un lado del océano, y el movimiento meridional del otro, existe en cada océano un campo ó mar de Sargasso, en él cual vienen á concentrarse todos los despojos ó *raigones* de mar, sean que consistan estos en maderas ó en algas. En ambos océanos, los Gulf Streams corren á lo largo de las riberas Orientales, y de este modo, confinando estas áreas, interponen

una barrera entre ellos y los paralelos más elevados de latitud, que estos materiales de despojo no pueden pasar. Tales son los puntos de semejanza entre los dos océanos, y en la circulacion de sus aguas.

Un prominente punto de contraste se presenta en los canales ó vías acuáticas entre el mar Artico y estos dos océanos. En el Atlántico, esos canales son diversos y grandes; en el Pacífico no hay más que uno solo, y este es estrecho y somero. En comparacion con el del Atlántico, el Gulf-Strean del Pacífico es lerdo, mal definido é irregular. Si las comunicacion s entre el océano Artico y el Atlántico no fuesen mayores que el estrecho de Behring, su *Gulf-Stream* sería muy inferior al del Pacífico en magestad y grandeza.

Esos mares de Sargasso colocados con tal regularidad sobre nuestro planeta, sirven para demostrar la débil potencia de los vientos Alisios sobre las corrientes. En ambos océanos, estos mares de algas se hallan dentro de la region de los vientos alisios; pero en ninguno estos vientos sirven de orígen esclusivo á ninguna corriente; su accion es puramente superficial. Las aguas se mueven en virtud de leyes físicas ineludibles del Ecuador á los Polos y de los Polos al Ecuador; y los vientos lo más que hacen es auxiliar, favorecer, dirijir tal vez este movimiento cósmico. Las algas se alzan en parte sobre el agua segun hemos visto, y los vientos tienen por consiguiente más asidero sobre ellas que sobre el agua misma; ellas, segun hemos visto, «colean al viento». Si los vientos alisios bastasen ellos solos para formar corrientes permanentes, tendríamos en estas regiones donde ellos dominan, las más fuertes corrientes. Si ellos fuesen capaces de formar corrientes, ha mucho que esas algas ya no existirían en sus actuales posiciones, que se dijera haberles sido vinculadas; pero lejos de eso sabemos que el mar de Sargasso ocupa hoy las mismas posiciones que ocupaba cuando el descubrimiento de Colon.

Tenemos pues que la materia de desecho de los océanos, algas, maderages, raigones, etc., se hallan confinadas en ciertas zonas llamadas «Sargasso» ó «Mar de Sargarsso», por las corrientes. Las aguas que se mueven hácia el norte acompañando al *Gulf-Stream*, pero fuera de sus linderos, tuercen tambien, junto con la corriente marina, hácia el este. Ellas no puede llegar á las altas latitudes, no pudiendo cruzar la Gulf-Stream. Dos corrientes marinas, de no incorporarse una con otra, no se pueden cruzar la una á la otra, á no ser que una de ellas se hunda y pase por debajo de la otra; y si estas aguas movientes llegan á hundirse en parte bajo el Gulf-Stream, no pueden transportar con ellas sus materias flotantes que, como sus

algas, son demasiado livianas para hundirse. Ellas se encuentran pues interceptadas y no pueden pasar á las altas latitudes. Segun esto, debe existir siempre un «Mar de Sargasso» en ciertas regiones segregadas, y que sirven como una especie de terreno neutro, que tienen que existir entre los grandes flujos y reflujos ecuatoriales, á que las leyes físicas someten las masas de agua de los grandes océanos del globo. Los sitios en que los materiales de desecho ó flotacion, de cada mar, se reunen, tienen necesariamente que hallarse en esa especie de remansos que las corrientes, en su vasta circulacion, orillan sin penetrarlos; abandonando en ellas sus materias flotantes, que allí van á refujiarse como en un retiro apacible, despues de sus aventuras; y del cual solo la violencia de los vientos y de las borrascas pueden apartarlos, no en masa, sinó en fragmentos. La accion de las fuerzas de la rotacion diurna, colocan estas colecciones de despojos flotantes en el hemisferio norte, del lado derecho de la corriente; y del lado izquierdo en el hemisferio sud.

Tenemos pues que los «Sargassos» tienen forzosamente que encontrarse á la izquierda en los mares meridionales; á la derecha en los setentrionales, de los grandes flujos y reflujos polar y ecuatorial. De este modo, en efecto, en la corriente del golfo del Atlántico, y en la «Corriente Negra» (*Curosiwo*) del Pacífico, sus Sargassos respectivos se hallan á la derecha; encontrándose tambien á la derecha de las corrientes frias de reflujo ó retorno, en el costado oriental de cada uno de estos océanos setentrionales. Así tambien con la corriente de Mozambique, que se dirije al sud á lo largo de las costas orientales del Africa, desde el océano Indico, y con la corriente fria que se dirije al norte del costado Australiano del mismo mar. Estos tienen un Sargasso á la izquierda, pues se hallan en el hemisferio meridional; como lo tienen la corriente Patagónica, y la corriente occidental Africana en el mismo hemisferio. Además, existe en el Pacífico sud un flujo de aguas ecuatoriales hácia el polo Antártico, que corre al este de Australia; y la de aguas Antárticas hácia el ecuador, á lo largo de las riberas occidentales de Sud América, que hace juego con ella, llamada la corriente Peruana ó de Humboldti; y segun los principios espuestos, debe haber otro mar de Sargasso, en medio del espacio neutro que se estiende entre las costas Chilenas y la Nueva Zelanda.

XII

CORRIENTES PATAGÓNICAS Y SUD AMERICANAS. LAS CORRIENTES OCEANICAS Y SU LOCALIZACION.

En comprobacion práctica de la correccion de la teoría espuesta, el capitan Warley, de la marina Británica, pasando de Australia al Cabo de Hornos, y despues á las islas de Chincha, encontró en efecto un mar de Sargasso formado de pequeños manchones de algas, munida de aves acuáticas en profusion inmensa, entre los paralelos de los 40° y 50° de latitud sud; y el meridiano de los 140° y de los 178° oeste. Este Sargasso se halla directamente al sud de las islas Georgianas, y es tal vez el menos abundante en materias flotantes, el que presenta contornos menos distintos, y de una posicion menos permanente que los otros. Por lo que es el Atlántico Sud, existe una corriente caliente, aunque estendida y débil, á lo largo de las costas occidentales de Africa, y que es justamente la corriente de retorno, ó contracorriente de otra fria, á lo largo de las costas Patagónicas; la cual hace esa region más fria aún de lo que su latitud comporta; mientras las regiones opuestas de Africa, en contraposicion, gozan de un clima más bien tropical, que no está en relacion con su latitud. En el Cabo, por ejemplo, crece el jazmin de su nombre, silvestre, al aire libre; mientras en esa misma latitud, sobre las costas de Buenos Aires, el jazmin del Cabo se hiela y necesita invernáculo. Esta ès la obra de las corrientes. Por lo demás, en este mar, desde los 10° de latitud sud, la mayor parte de sus aguas calientes pasan al hemisferio norte, á formar el Gulf-Stream, supliendo el Sargasso del Atlántico norte con extra cantidades de materias flotantes. Los Sargassos del Atlántico Sud son en consecuencia pequeños como sus corrientes.

Volviendo ahora á las grandes expansiones de agua que, viniendo de la zona ecuatorial se tienden al costado sudoeste del Atlántico, en las afueras de la Gulf-Stream; su velocidad es lenta y no suficiente para merecer el nombre de corrientė; es como una deriva, ó lo que los marinos ingleses llaman un *set*. En el momento de alcanzar estas

aguas á los paralelos 35° y 40°, ya han perdido una parte de su calor intertropical, cediéndolo á las regiones vecinas; pero conservando lo bastante para dar más adelante á las regiones de la Europa Occidental, por el intermedio de los vientos del oeste, su templada y primaveral temperatura; mientras la *Gulf-Stream* da su calor sobre todo á las Islas Británicas y á las regiones setentrionales. Pero al despojarse de su calor, estas aguas, para beneficiar á los vientos del oeste que se lo arrebatan, cambian tambien su gravedad específica; y en razon de este cambio, lo mismo que de las dificultades de atravezar la *Gulf-Stream*, su progreso hácia el norte es contenido. Entónces, encaminándose al este con el Gulf-Stream, y cediendo á la presion de los vientos occidentales, que se hacen tibios á su contacto desde esa latitud, ceden lentamente al impulso de estos, siguiendo su marcha. Perdiendo cada vez más de su temperatura, estas aguas alcanzan la contracorriente oriental, que marcha del norte al ecuador, con su gravedad específica tan alterada que, prescindiendo de la suave fuerza del viento que hasta allí las ha guiado, ceden á la voz marítima, procediendo á unirse con este flujo frio, volviéndose al sud en obediencia de esas leyes dinámicas que derivan su fuerza en el mar, de sus diversas gravedades específicas.

Por lo demás, como las leyes físicas son las mismas para ambos, las semejanzas entre las corrientes del Atlántico norte y del Pacífico norte son grandes, segun resulta de la comparacion de las cartas termales de ambos océanos, muy parecido en los rasgos generales de su sistema de circulacion, aunque sus caractéres geográficos é hidrográficos sean distintos. De ahí se deduce cómo, en concordancia con los principios espuestos, las corrientes necesarias para la formacion de densos mares de Sargasso, faltan generalmente en los océanos meridionales. Cuan estrechamente los dos grandes mares del norte se semejan, aunque tan desproporcionados en la posicion y dimensiones relativas de sus elementos geográficos é hidrográficos; y cómo en razon de las grandes aberturas ó puertas de comunicacion entre el Atlántico y el océano Glacial, el flujo de aguas calientes al norte y de aguas frias al mediodia, es infinitamente más activo en el Atlántico norte, que en el Pacífico norte.

Por lo demás, como lo hemos dicho en otra parte, un cogin de agua fresca protege el fondo de los mares profundos de la abracion de las aguas corrientes. Por regla general, las aguas más calientes de la *Gulf-Stream* se hallan en ó cerca de la superficie; y sondeando con un termómetro de mar profundo, él pone de manifiesto que estas

aguas, aunque todavía más calientes que las aguas de ambos costados, á las correspondientes profundidades, cada vez se hacen menos y menos calientes, hasta llegar al fondo de la corriente. Es un hecho averiguado que las aguas calientes de la *Gulf Stream*, en la distribucion económica de las aguas del océano, jamás llegan á tocar el fondo del océano. Por todo, ellas encuentran un cojin de aguas frias, pesadas y densas, que se interponen entre ellas y las sólidas partes de la corteza terrestre. Este órden es significativo y en extremo bello. Una de las benéficas funciones de la *Gulf Stream* es el trasportar el calor del golfo de Méjico, donde podría hacerse excesivo y funesto (puesto que su accion promueve el vómito negro y las tercianas), para llevarlo á las frias regiones del nordeste del Atlántico, donde lejos de ser funesto, es en todos sentidos benéfico, combatiendo los hielos y los escorbutos del Polo. Pues bien, el agua fria es uno de los mejores no conductores del calor; y si el agua caliente del Gulf Stream fuese enviada al travez del Atlántico, en contacto directo con la corteza sólida de la tierra, que es comparativamente un buen conductor del calor, en vez de hacer su travesía, como sucede, sobre un cojin no conductor de agua fria, para apartarlo del fondo, mucho de su calor se perdería entónces en la primera parte de su viage ; y el hoy suave clima de España, Francia é Inglaterra, sería como el del Labrador, severo en extremo é intensamente frio, bajo una capa de hielo en el invierno.

¿Pero cuál es la causa inmediata que hace nacer el Gulf Stream del golfo de Méjico, y no de otra parte? El que en el Atlántico norte exista un constante flujo y reflujo de corrientes cálidas y frias nada tiene de estraño, siendo esto la consecuencia lójica del predominio de una ley física, la del equilibrio térmico y estático de los líquidos. Una de estas corrientes tiene casi el calor de la sangre; la otra la frialdad del hielo. ¿Pero cuál es la ley que puede obligar á la corriente caliente del Atlántico norte, á salir espresamente del golfo de Méjico como obedeciendo á una presion? Esa ley se halla probablemente en la configuracion física de los continentes y mares de esa region. El calor ecuatorial se concentra, por causa de su situacion abrigada contra los frios soplos del norte, en el Mar interior de las Antillas; estando el agua allí más caliente, el movimiento en la direccion del norte siguiendo la ley física citada, debe comenzar allí; y no pudiendo pasar derecho al travez del continente, naturalmente, sigue sus costas; saliendo por el estrecho de la Florida, con toda la fuerza que su alta temperatura, salumbre y estado eléctrico de la masa, le im-

parten. El vacío de las aguas que salen del golfo, es naturalmente llenado por las aguas calientes de los mares ecuatoriales inmediatos al golfo, entrando naturalmente por el canal de Yucatan. Hé ahí pues el mecanismo en el punto de partida de esta corriente; obedeciendo su travesía del Atlántico, á la ley cósmica que hemos citado en otra parte. Estas causas son muy suficientes y ellas bastan para esplicarnos el fenómeno, sin escluir tampoco las causas adicionales que á ello puedan contribuir, como sèr los vientos dominantes en las regiones ecuatoriales, las presiones aéreas, etc., como esas causas son permanentes, los cambios que ellas producen lo son tambien. Reasumiendo, diremos: las aguas del golfo marchan en armonía con el fuerte impulso que debe darles su alta temperatura; y como al pasar marchando sucesivamente de regiones cálidas, á regiones más templadas y frias, conservan su gravedad específica en un estado de perpétua alteracion, en consecuencia de cambios incesantes de salumbre y temperatura, siendo justamente de estos cambios de donde se deriva el impulso que mantiene las aguas marinas del Atlántico en un estado de perpétua circulacion.

XIII

CIRCULACION DEL CALOR SOLAR POR LOS FLUIDOS TERRESTRES. — INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ICTIOLOGÍA DEL MAR.

Hay un método muy practicado entre los pueblos civilizados para calentar las habitaciones en el invierno. Consiste este en hacer circular en ellas una corriente de agua caliente que entra, y otra de agua enfriada que sale; la una saliendo y la otra entrando en el mismo caldero, de manera á conservar constante dicha circulacion. Tal es más ó menos el mecanismo empleado por la naturaleza para llevar el calor en exceso, de las regiones calientes á las regiones frias del globo, donde ejercen una accion vivificante y benéfica. Aquí la hornalla es el sol equinoccial; el mar Caribe y el golfo de Méjico son los calderos; y las 3 á 4000 millas de la *Gulf-Stream* es la cañería que conduce el agua caliente á las regiones frias del noroeste de Europa, á las cuales conducen en todo tiempo, y sobre todo durante el

frio invierno de esas latitudes, el calor, la humedad y una suave y vivificante temperatura. Estudiando el fenómeno en sus detalles hallaremos aún mejor comprobado el simil que acabamos de emplear.

Es de los grandes bancos de Terranova, hasta las riberas de Europa, en donde se halla el basamento, la cámara de aire caliente, donde la cañería aludida del Gulf-Stream, es dispuesta de manera á presentar la mayor superficie de enfriamiento. Allí la circulacion de la atmósfera se halla dispuesta por la naturaleza ; ella jira de oeste á este ; por consiguiente es tal, que el calor que ella transporta al travez del océano en esta cámara de aire caliente en medio del mar, es tomado por los suaves vientos del oeste, y dispersado del modo más benigno, por todo el occidente de Europa, hasta la Gran Bretaña. La temperatura media del aire calentado por los caloríferos de agua caliente suele ser de 90° Fahr. La temperatura máxima de la *Gulf-Stream* suele ser de 86° Fahr. (25° centígrados), unos 9° Fahr. más elevada que la temperatura del océano en esa latitud. Aumentando 10° de latitud, pierde solo 2° de temperatura ; y despues de haber corrido tres mil millas en la direccion del norte, todavía conserva, aún en el invierno, el calor del estío. Con esta temperatura ella atravieza el 40° de latitud norte, y allí derramándose sobre sus márgenes líquidas, se estiende sobre millares de leguas cuadradas por encima de las frias aguas circundantes, cubriendo el océano con un manto de calor que tanto contribuye á mitigar en Europa los rigores del invierno. Moviéndose ahora más lentamente, pero dispensando sus benéficas influencias con más amplitud, llega finalmente á las islas Británicas. La interposicion de estas hace que la Gulf-Stream se divida en dos, pasando una parte á la cuenca polar de Spitzbergen, y la otra penetrando en la bahía de Biscaya, pero cada una con un calor considerable sobre la temperatura oceánica. Era imposible que esa inmensa masa de aguas calentadas con el sol de los trópicos, no condujesen á la otra parte de los mares una tíbia y húmeda atmósfera. Y esto es justamente lo que hace tan apacible y bello el clima de la Europa occidental.

Ya hemos hablado en otra parte, de la profundidad del Gulf-Stream, que sabemos se puede valorar en término medio, en 200 toesas ; y conocemos tambien el cálculo de la cantidad de calor descargado en el Atlántico por ella ; cálculo que no repetiremos aquí, limitándonos á decir que el calor conducido por la *Gulf-Stream* en un solo dia, es suficiente para elevar toda la atmósfera de Inglaterra y Francia reu-

nidas, desde el punto de congelacion, hasta el calor estival. Cada ráfaga de viento oeste que sopla, atravieza el Gulf-Stream y la vasta zona de aguas calientes que lo acompañan, trasportando consigo una parte de su calor para atemperar en Europa occidental, los vientos setentrionales del invierno. Es la influencia de esta corriente sobre los climas, lo que hace la Irlanda, la esmeralda de los mares; y la que viste á Albion su rosagante traje de verdura y flores; mientras en la misma latitud, en América, las costas del Labrador, se hallan aprisionadas con los hielos del invierno. Ha habido años, como 1885 por ejemplo, en que el puerto de San Juan de Terranova ha estado cerrado por los hielos casi hasta Julio, lo que ha hecho circular funestas nuevas. Entre tanto Liverpool que está 13° más al norte en Inglaterra, no ha tenido hielos en su puerto ni aún en el más riguroso invierno. En las islas Orkney, situadas en los 60° de latitud norte, se tiene la misma temperatura que en New York, situada en los 40° de latitud en la costa Norte Americana, una diferencia de 20° Fahr. (de 9° centígrados). Esas islas Escocesas deben su suave temperatura á la *Gulf-Stream*, y el calor latente desprendido en libertad por los vapores puestos en circulacion por ese gran aparato calentador. Las maderas y hasta los cocos de las Antillas, son á veces conducidos por la *Gulf-Stream* á las islas del mar del Norte.

Las corrientes del mar se dividen en calientes y frias, hemos visto. El mejor indicio de la calidad de las corrientes, se puede obtener no tanto del termómetro, como de los peces. Las ballenas evitan siempre las aguas calientes del Gulf-Stream. A lo largo de las costas orientales de Norte América, esos delicados animales y productos marinos que se deleitan en las aguas calientes, faltan por completo; indicando por su ausencia, la prevalencia de la corriente fria que viene del norte. En el calor genial de los mares situados entre las Bermudas de un lado, y el Africa del otro, se encuentran en gran abundancia conchas delicadas y formaciones de coral, que faltan por completo en las mismas latitudes á lo largo de las riberas de Sud Carolina. Lo mismo acontece en la costa occidental de Sud América; porque allí la inmensa corriente de aguas polares conocidas con el nombre de corriente de Humboldt, casi llega al ecuador, antes que se encuentre florecer la menor rama de coral marino. En una ocasion, un gran número de *bonitas* y *albercores*, que son pescados tropicales, siguiendo la *Gulf-Stream*, penetraron en el canal inglés y alarmaron á los pescadores de Cornwall y Devonshire por los destrosos que ocasionaron entre los arenques y sardinas. No se puede negar que los puertos

y ciudades Atlánticas de América, deben el excelente pescado de sus mercados, y sus refrescantes baños de mar de estío, á su corriente litoral de agua fria. La temperatura del Mediterráneo es de 4° á 5° superior á la del océano en la misma latitud; así el Mediterráneo carece en general de buen pescado. Por otro lado, la temperatura á lo largo de las costas Norte Americanas, es algunos grados inferior á la del océano, y del Maine á Florida, las mesas se hallan provistas de un esquisito pescado. El peje-carnero de esta corriente fria, muy estimado en Virginia y en las Carolinas, no tiene ninguna estimacion cuando se le toma en las aguas calientes de los bancos de coral de las Bahamas. Lo mismo acontece con los otros pescados; tomados en el agua fria, tienen un sabor y una fragancia deliciosa. Pero tomados en las aguas calientes de la *Gulf-Stream,* aunque solo pocas millas distantes, su carne es blanda é inadecuada para la mesa. En Nueva Orleans el buen pescado que toman, lo llevan de las costas de agua fria de la Florida. Lo mismo acontece en el Pacífico. Una corriente de agua fria del sud baña las riberas de Chile, del Perú y del Ecuador, llegando hasta las islas Galápagos bajo la línea. No existe en el mundo una zona más abundante en buen pescado que esta. Sin embargo, en el Pacífico, en las islas de la Sociedad donde el coral abunda, y el agua se encuentra en una alta temperatura, el pescado, aunque la disputa á las aves por el esplendor de su colorido, lo mismo que á las plantas y á los insectos de los trópicos, son poco estimados como artículo de alimento. Quiere decir pues, en vista de lo espuesto, que la existencia de ciertos peces en las aguas, puede indicar en cierto modo su temperatura; y tal vez las corrientes frías y cálidas del océano, no sean otra cosa que los caminos reales al travez de los cuales los peces emigratorios atraviezan de una region á otra. ¿Qué motivo hay para que los peces no sean la hechura ó la adaptacion de su clima propio, como lo son las plantas, las aves, ú otros animales de tierra, mar ó aire? Se sabe además que ciertas clases de pescado, son peculiares de ciertos climas. En una palabra, que ellos solo pueden vivir en aguas de una temperatura dada. El bonito, por ejemplo, solo vive en las aguas tropicales calientes. El salmon, en las aguas frias.

Los navegantes suelen encontrar un vasto número de hortigas de mar (*Medusas*) recien nacidas, navegando á lo largo del Gulf-Stream. Sábese que ellas constituyen el principal alimento de la ballena; pero ¿dónde marchaban por ese camino? ha sido el objeto de muchas conjeturas, pues es sabido que los hábitos de la verdadera ballena la

alejan de las aguas calientes de esta corriente. Pero hé aquí que un inteligente marino ha asegurado que, algunos años hace, él encontró en la *Gulf-Stream* sobre las costas de la Florida, un banco de hortigas de mar jóvenes, como jamás lo había visto. El mar se hallaba cubierto materialmente por muchas leguas. El las compara, habiéndose aproximado al agua para verlas bien, á bellotas flotando en una corriente; pero la manga era tan densa que cubría completamente el mar, dándole á la distancia la apariencia de una vasta pradera de pastos amarillentos. El se dirijía á Inglaterra y tardó cinco á seis dias en pasar el banco, navegando en medio de ellos. Unos 60 dias despues, á su vuelta, se encontró con este mismo banco de organismos, proveniente de las Antillas, y tardó tres á cuatro dias en pasarlos navegando en medio de ellos.

Ahora bien, las Antillas son el punto de cita de las ballenas; y por cierto que hay mucho de curioso en la idea de que el golfo de Méjico es la pepinera, y el *Gulf-Stream* la cosechadora que recoge el almácigo allí brotado y lo traslada, para servir de pasto á las ballenas hambrientas de los mares articos. Piazzí Smyth, el astrónomo real de Edimburgo, viajando para Tenerife en 1856, se encontró tambien con una cosecha anual de estos organismos. Presentáronsele en la forma de lóbulos gelatinosos huecos, dispuestos por grupos de 5 á 9, cada lóbulo con una vena naranjada en el centro. «Examinando, dice, con el microscopio, una parte de las venas naranjadas, al parecer el estómago de esos organismos, los hallé repletos de diatomes de las más estrañas formas, como ser estrellas, cruces, círculos en relieve, semi-círculos y espirales. Todo el estómago podía contener unos 700.000 de estos diatomes; y multiplicándolos por el número de lóbulos, y en seguida por el número de grupos, pudimos formarnos una idea de los infinitos millones de diatomes que eran necesarios para un festin de medusas; de manera que la más blanda cosa del mundo, venía á devorar y alimentarse con lo más duro, como es el carapacio de sílice de los diatomes, esto es, el pedernal.» Cada una de estas hortigas de mar contenía en sus nueve estómagos, segun este cómputo, no menos de cinco á seis millones de estos mitos de concha silicosa, cuyos materiales sus habitantes habían secretado de la materia silicosa que las lluvias lavan de los valles, y que los rios arrastran incesantemente al mar.

Las medusas se hallan en efecto dotadas de la facultad de chupar lentamente el agua del mar, volviéndola á despedirla con más ó menos fuerza. De este modo ellas obtienen á la vez alimento y poder de lo-

comocion, porque en el pasage del agua ellos la cuelan y recogen los pequeños diatomes. Imagínese ahora cuantas bocanadas de agua del tamaño de una medusa, puede contener el mar, los cuales, aunque cargados de diatomes, nunca llegan á ser filtrados por el estómago de estos organismos; imaginémonos cuántas medusas la ballena debe atrapar en cada tarascada; imaginémonos cuan espesa y densamente, el inmenso fondo de los grandes mares, durante el transcurso de las edades, debe haberse cubierto con los despojos silicosos de estos pequeños organismos. Se vé pues que hay para contar, para asombrarse y hasta para abismarse en la contemplacion más profunda!

XIV

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA DIRECCION DE LAS BORRASCAS.

La Gulf-Stream, dicen los marinos ingleses, es el *weather breeder*, un criadero de borrascas! en el Atlántico norte. Los más furiosos golpes de viento lo frecuentan; y las nieblas de Terranova, que tan peligrosa hacen la navegacion en la primavera y el estío, indudablemente deben su existencia á la presencia, en un mar helado, de los inmensos volúmenes de agua caliente conducidos por el Gulf-Stream. Mientras á sus costados, la temperatura del aire se halla en el punto de congelacion, la de la corriente llega á 80° Fahr. (22° centígrados). El aire pesado, húmedo y caliente que gravita sobre ella, afecta hasta los cronómetros. El exceso de calor diariamente introducido en esas regiones por las aguas del Gulf-Stream, reunido en el aire, sería suficiente para hacer la columna atmosférica superincumbente, más caliente que el hierro fundido. Con semejante elemento de desequilibrios atmosféricos en su seno, es muy natural que su curso se vea asaltado por las más violentas borrascas, que, partiendo de las Antillas con el nombre de ciclones, visitan Norte América y las costas occidentales de Europa, que suelen pagar muy caros á veces, los favores de ese bello y cálido rio marino. Así, los huracanes de las Antillas y los tifones de los mares de la China, son el terror de los marinos. Las más poderosas naves y vapores, suelen sosobrar en ellas y rara vez

queda quien cuente el cuento. Recuérdanse huracanes de las Antillas de tal violencia, que han hecho retroceder la *Gulf-Stream*, á sus fuentes, amontonando las aguas en el golfo hasta la altura de 30 piés, y las escenas que suele presentar la *Gulf-Stream*, díficilmente pueden ser sobrepujadas por su tremenda sublimidad en el océano. El agua así acumulada, veíase lanzada con espantosa velocidad luchando á brazo partido contra el furor del viento que rujía, retorciendo columnas de agua más alta que los nublados, formando así una tempestad marina indescriptible. Recuérdase un huracan que se formó en las Barbadas en 1780. El hizo volar la corteza de los árboles, destruyendo los frutos de la tierra ; el fondo mismo, los abismos del mar, quedaron por un momento á descubierto ; las olas se alzaron á tal altura, que hicieron trizas fuertes y castillos, haciendo volar por los aires la artillería de grueso calibre, como si fuera de paja ; las casas quedaron arrasadas ; los buques encallaron en las tierras ó fueron echados á pique ; los cuerpos de los hombres y de los animales eran levantados en el aire y allí destrozados por la borrasca. Unas 20.000 personas perecieron en las islas. De minuciosas investigaciones entabladas por el Almirantazgo inglés, resulta que las espantosas borrascas que azotan con tanta frecuencia el Atlántico, son ocasionadas por las irregularidades de temperatura enjendradas en el aire y en el agua por la *Gulf-Stream*.

Las estremidades meridionales de Sud América y Africa, se han conquistado entre los marinos el nombre de cabos borrascosos, ó terribles. Pues bien, de seguro en nada sobrepujan y tal vez se quedan muy atras de las borrascas que á menudo visitan las costas Atlánticas de Norte América. Solo los mares de la China y el Pacífico norte pueden igualarlos. Los mares setentrionales son en efecto, mucho más bravos y tempestuosos que los meridionales. En las regiones extra-tropicales del sud, faltan esos contrastes que las montañas, los desiertos, las llanuras, los continentes de los mares del norte presentan, para la produccion de grandes perturbaciones atmosféricas. Ni aún existen en los mares del sud esos grandes contrastes de corrientes calientes y frias, sea en la atmósfera, sea en las aguas, por lo menos con caractéres tan pronunciados y contrastantes, como en el norte. Sin duda que el flujo de agua caliente hácia el polo por la costa Africana ; y el flujo de agua fria hácia el ecuador por la costa Sud Americana, son tan grandes, medidas por su volúmen, sinó mayores en el hemisferio sud, que en el norte. Pero en el hemisferio meridional, las corrientes son anchas y lentas ; en el norte más limitadas, pero más

rápidas y más fuertes. Además, existen en el norte otros contrastes climatéricos, que en vano se buscarán en los mares del sud, lo que hace á los mares del norte mucho más borrascosos é inquietos que los del sud, aunque hallándose las riberas más próximas, y siendo sus puertos más numerosos, naturalmente los naufragios de embarcaciones son menos numerosos de los que tienen lugar en el hemisferio sud, despoblado, con pocos puertos y acuático en su mayor estension. Su mala reputacion proviene de estas últimas condiciones, más bien que de su calidad de ser más borrascoso.

Tanto por esperiencia propia, como por razonamiento lógico, los marinos reconocen que el Pacífico norte es menos borrascoso que el Atlántico norte; porque aún cuando existan climas continentales á ambos lados de uno y otro, y una *Gulf-Stream* en ambos, sin embargo el Pacífico es un océano mucho más vasto; y por consiguiente el ancho Pacifico, en su vasto conjunto, no presenta elementos de perturbacion atmosférica tan inmediatos y tan activos, como se reunen en el comparativamente estrecho Atlántico norte. Sin embargo, aunque el Pacífico norte no es en general tan borrascoso como el Atlántico norte, hay motivos para creer que agentes meteorológicos de una potencia casi igual, se hallan aglomerados en las riberas occidentales de ambos océanos. Aunque la *Gulf-Stream* del Pacífico no es tan caliente, ni tan estrecha, ni tan rápida por consiguiente, como la del Atlántico, ella tiene las riberas de un más vasto continente y las costea igualmente de muy cerca. Entretanto, la corriente del Japon con sus mares inmediatos, se halla como 500 millas más próxima al polo de máximo frio, que el Gulf-Stream del Atlántico. Hay que dar una gran prominencia en la produccion de las borrascas, á la electricidad y calor latente, que son puestos en libertad en el aire, al condensarse el vapor en lluvia. Como el Pacífico norte es más ancho que el Atlántico norte, sus riberas se hallan más abundantemente bañadas por los vapores que las del Atlántico. Esto sin duda contribuye á hacer furiosas y más frecuentes las borrascas en el Pacífico norte.

A mediados del presente siglo, algunos sábios llegaron á suponer, inducidos por las observaciones de los navegantes glaciales, que existían dos polos de frio máximo en el océano Glacial Artico; el Asiatico, próximo á la interseccion del paralelo de los 80°, con el meridiano de los 120° E.; y el Americano, situado en los 79° y en la lonjitud 100° O. El polo Asiático es el más frio. La distancia entre él y la corriente del Japon, es de unas 1500 millas; la distancia entre

el otro polo y la *Gulf-Stream* es de 2000 millas. Ambas corrientes sin embargo, han debido llegar en su orígen á la misma altura con respecto al polo, pero debido á la mayor estrechez del Atlántico sin duda, las causas de retrocesion, como ser las deposiciones que han dado orígen á los bancos de Terranova, han sido más activas en este que en el Pacífico; lo que ha hecho al *Gulf-Stream* Atlántico retroceder 500 millas más, en el mismo espacio de tiempo. Esta aproximacion, que estas dos corrientes producen del máximo del calor estival representado por la corriente ecuatorial, con el máximo de frio ivernal, representado por el polo de congelacion, no podía dejar de producir violentas conmociones, indicadas por las borrascas, las cuales son mucho más frecuentes y violentas en invierno, cuando el contraste entre las dos temperaturas es mayor; que en el estío, en que ese contraste es menor. Entretanto, cada uno de estos polos de frio se halla al noroeste de su océano, la region de donde vienen los más terríficos golpes de viento. De este modo, estos fríjidos sítios y el calor dispensado tan cerca de ellos por estas poderosas corrientes de agua caliente, tienen necesariamente que accionar y reaccionar unos sobre otros con una potencia meteorológica considerable. En el invierno, el Gulf Stream lleva la temperatura del estío tan adentro del norte, como los grandes bancos de Terranova.

La humedad habitual del aire en las islas Británicas, lo mismo que su humedad ocasional, á lo largo de las costas Atlánticas de los Estados Unidos, cuando los vientos Este prevalecen, se atribuye tambien al Gulf-Stream. Estos vientos llegan á ese país cargados de vapores recogidos de sus calientes y humeantes aguas. El Gulf-Stream lleva la temperatura del estío, aún en el rigor del invierno, hasta los grandes bancos de Terranova, y allí la mantiene en medio de las más severas heladas. Es la presencia de esta agua caliente y de una atmósfera fria en justaposicion, lo que da lugar al fenómeno meteorológico de las «nieblas de plata», uno de los más espléndidos fenómenos de la zona glacial. La influencia que ejerce el Gulf Stream sobre las borrascas del Atlántico Norte, que tienen su orígen dentro de los trópicos, se deja sentir hasta sobre las costas de Africa; tambien se deja sentir sobre aquellas que, sin ser intertropicales en su orígen, vienen á visitar los engolfamientos de las costas americanas. Estos vendabales, en cualquier region de los mares al este del Gulf-Stream que se originen, marchan al noroeste, hasta que la encuentren; y entónces, cambiando de rumbo, marchan con la corriente al nordeste. Se han observado tempestades formadas en los 10° latitud norte, en la banda oriental

del Atlántico, las cuales han marchado hasta encontrar la *Gulf-Stream* en la banda opuesta, en una latitud más elevada, y en seguida marchar con ella de vuelta á la otra banda, sobre las riberas occidentales de Europa. Por de contado su camino vá sembrado de desastres y naufragios.

Este fenómeno es de la más fácil esplicacion si se tienen en vista sus circunstancias. La marcha de las altas presiones atmosféricas se ha observado ser muy desigual en el Aláutico. Estas estrechan naturalmente á su paso las borrascas, las cuales guiadas por las corrientes atmosféricas, naturalmente buscan y ganan la línea de las más bajas presiones, donde se espanden, encontrando nuevos elementos que añaden á su furor. Ahora bien, esta línea de las más bajas presiones sigue naturalmente la marcha de las aguas calientes de la *Gulf-Stream*, que como es fácil calcular, tiene trazado como un canal de aire rarefacto, esto es, de bajas presiones, en su trayecto al travez de la atmósfera ; línea sobre la cual se deslizan las borrascas como sobre una ranura (*coulisses*) yendo á estrellarse sobre las riberas Europeas. El estudio de este fenómeno, completado en estos últimos años, ha dado lugar en los Estados Unidos á la organizacion del «Signal Service» mediante el cual, por medio del telégrafo trasatlántico, se puede dar aviso sobre las costas opuestas de la Europa, con horas y aún dias de antelacion, de la marcha de las borrascas que pueden visitarlos.

XV

CORRIENTES DESCENSIVAS DEL MAR ROJO, EN OPOSICION A LA CORRIENTE ASCENSIVA DEL GULF STREAM. — CORIENTES DEL MEDITERRANEO.

Pero ya es tiempo de que pasemos á estudiar las otras corrientes del globo, á más de la Gulf-Stream. La corriente del Mar Rojo, hemos dicho, no es una corriente de abajo para arriba, como la del Gulf-Stream, sinó de un género opuesto. En esta, el fondo de la corriente no es un nivel de agua. El Mar Rojo se estiende en una region sin lluvias y sin rios. Se le puede comparar á una larga y angosta arte-

za. Estendiéndose en una zona arenosa, ardiente y sin agua, su evaporacion es inmensa; ninguna parte del agua que le es extraida por la evaporacion, le es devuelta ni por las lluvias, ni por los rios. El tiene la estension de una 1000 millas en largo; su direccion es casi de norte á sud, estendiéndose desde los 13° de latitud hasta los 30° de latitud norte. Desde Mayo á Octubre, el agua en la parte superior de este mar, se encuentra diez piés más baja que en las inmediaciones de su embocadura. Este cambio ó diferencia de nivel se atribuye al efecto del viento, el cual prevaleciendo del norte en esa estacion, se supone desalojar el agua hácia el lado opuesto. Pero de Mayo á Octubre comienza la estacion cálida; esta es la estacion en que la evaporacion es más rápida: y si se considera cuan secos y calientes son los vientos dominantes que soplan sobre este mar, en esta estacion del año; que es un mar estrecho; que soplan á su travez y no se hallan saturados; hay que suponer que la evaporacion diaria es inmensa. La evaporacion en este mar y en el golfo Pérsico, es probablemente mayor que en ningun otro brazo del océano.

La evaporacion del agua en el canal, sobre todo en el tiempo de estío, ha sido una de los elementos que se tuvieron en vista cuando la construccion del canal de Suez, haciéndola entrar en parangon con la capacidad de sus alimentadores, el Mediterráneo y el Mar Rojo. Hoy se halla establecida indudablemente una circulacion entre el Mediterráneo y el Mar Rojo, por el intermedio del canal Marítimo de Suez, en que el Mediterráneo debe ser indudablemente el despojado y no el Mar Rojo. La evaporacion entró como un importante elemento en esos cálculos. Así el consumo de agua por evaporacion en este mar de los desiertos, debe ser tanto mayor, cuanto más desfavorables son las condiciones físicas en que se encuentra. Su alimentador, el mar Arábigo, se encuentra á 1000 millas de distancia de su extremidad; sus riberas son ardientes arenales; su evaporacion es incesante; es meramente como un gran estanque natural de evaporacion; ninguno de los vapores que le arrebatan los vientos secos y quemantes que soplan sobre él, vuelve á entrarle de nuevo en forma de lluvia ó de rio. Los vapores del Mar Rojo son conducidos y precipitados en otras regiones. La depresion observada en las aguas de su extremidad setentrional es debida á la evaporacion, tanto como á la presion del viento norte, que las hace volver para atrás. La evaporacion en ciertas partes del océano índico, se supone ser de 3/4 á 1 pulgada diaria de espesor superficial. Cualquiera que ella sea, debe ser indudablemente mayor en el Mar Rojo.

Supongamos que esa evaporacion, que tiene lugar en tiempo de estío, solo alcance á media pulgada diaria. Ahora suponiendo que la velocidad de la corriente que penetre en este mar, promedia de la boca á su extremidad, 20 millas por dia, el agua tiene que emplear 50 dias para llegar á esa extremidad. Perdiendo media pulgada de su superficie por evaporacion diaria, ella debe haber perdido 25 pulgadas de su superficie en el momento de llegar al puerto de Suez. Por esta razon pues, aún cuando no hubiese otra, las aguas del Mar Rojo tienen que estar más bajas en Suez, que en el estrecho de Bab-el-Mandeb. Independientemente de su espulsion por el viento, las aguas deben encontrarse allí más bajas por otras dos causas, á saber, por la evaporacion y por la temperatura; porque la temperatura de este mar tiene necesariamente que ser más baja en Suez, en la latitud de los 30° que lo es en Bab-el-Mandeb, en la latitud de los 13°. Para poner en completa evidencia que la superficie del Mar Rojo no es en realidad un nivel de mar, sinó un plano inclinado, supongamos que el canal del Mar Rojo en toda su estension, es perfectamente nivelado é igual, sin agua dentro, y que se haga penetrar en él por el Estrecho de Bab-el-Mandeb una ola de 10 piés, corriendo por dicho canal á la tasa de su actual corriente de superficie, esto es, á razon de 20 millas diarias durante 50 dias, perdiendo diariamente por evaporacion media pulgada; es fácil percibir que al fin del cincuentésimo dia, esta ola habría mermado dos piés de su profundidad (25 pulgadas) como fué el caso desde el primer dia en que comenzó á correr. El estremo de este mar por consiguiente debe considerarse como un plano inclinado, así dispuesto por la evaporacion ; y su diferencia no es en realidad de 2 piés, pues la evaporacion no es de media pulgada, sinó de dos pulgadas; y la diferencia de nivel entre la boca de Bab-el-Mandeb y Suez, no es de 2 piés, sinó de 10 piés.

Pero una agua salada que ha perdido tanto de su frescura por la evaporacion, se pone más salada y por consiguiente más pesada. Las aguas más lijeras del Estrecho no pueden contrabalancear el agua más pesada del itsmo, y el agua más fria y más salada, y por consiguiente más pesada, ó debe salir para afuera en forma de una sub-corriente, ó debe depositar sus sales sobreabundantes en forma de cristales, haciendo de este modo gradualmente el fondo del Mar Rojo un lecho de sal ; ó bien tiene que estraer toda la sal del océano para hacer del Mar Rojo una salmuera, y sabemos que ni una ni otra cosa tiene lugar. La consecuencia lógica, ineludible y real de esto, es que el Mar Rojo tiene dos corrientes, una superior y otra infe-

rior, como existe en el Mediterráneo al travez del Estrecho de Gibraltar, y que las aguas de superficie, cerca de Suez, son más saladas que las que se hallan cerca de la entrada del Mar Rojo. Y para demostrar por qué debe haber una corriente superior y otra inferior, bastaría hacer una comparacion con lo que sucede cuando se ponen en circulacion dos líquidos, uno más liviano y otro más pesado, esto es en lo que corresponde el mar, uno más caliente, y por consiguiente más liviano, y otro más frio y por consiguiente más pesado. Pero no nos detendremos en ello por ser cosa tan conocida, y procederemos á establecer un parangon con la *Corriente del Mediterráneo.*

Los rios que vacían sus aguas en el Mediterráneo, no son suficientes para reponer sus pérdidas por evaporacion, y es por un procedimiento análogo á este que la sal que es extraida del océano, es devuelta de nuevo al océano ; si así no fuese el lecho de este mar sería una masa de sal sólida. El instable equilibrio de los mares es una necesidad física. Si este se perdiese, las consecuencias serían tan desastrosas como lo sería un desarreglo en las fuerzas de la gravitacion. Indudablemente el equilibrio de los mares es conservado por un sistema de compensaciones tan perfectamente dispuesto, como aquel á que es debida la eterna armonía de las esferas. Es difícil formarse una concepcion adecuada de las inmensas cantidades de materia sólida, que la corriente del Atlántiro que las tiene en solucion, trasporta al Mediterráneo.

He aquí cómo un marino norte americano (el capitan Grenville Temple) refiere lo que presenció en una escursion que hizo á Gibraltar : « A mediodía penetré en la Bahía de Almería con un bello dia y anclé en la aldea de Roguetas. Encontré un gran número de buques de vela esperando la ocasion de salir al Atlántico en la direccion del Oeste, y supe de ellos que por lo menos un millar de buques se hallan paralizados entre esta y Gibraltar. (Esto era antes del establecimiento de los vapores remolcadores que hoy funcionan en el Estrecho). Algunos de ellos han estado esperando durante seis semanas, habiendo alcanzado hasta Málaga, solo para que la corriente los hiciese retroceder de nuevo. Y por cierto que un solo buque de vela no habría podido salir al Atlántico durante los tres meses últimos. Ahora supongamos que esta corriente que podía burlar durante tantos dias los esfuerzos de una flota entera de hábiles y experimentados marinos, no corra con una rapidez mayor de dos nudos por hora. Supongamos que su profundidad sea solo de 400 piés y su ancho de siete millas, y que solo lleve consigo la proporcion media

de materia sólida, esto es, un 30 °/o, contenida en el agua del mar, y admitiendo estos postulados en el cálculo como base del cómputo, resulta que durante solo esos 90 dias, las aguas del Atlántico condujeron al Mediterráneo sales suficientes para cubrir 88 millas cúbicas de materias sólidas de la densidad del agua. Pues bien, á no haber algun escape para todas las materias sólidas que han estado penetrando en el mar, no durante 90 dias, sinó durante todas las edades, desde que el estrecho está abierto, es evidente que el Mediterráneo sería solo hoy el estanque de una salmuera muy fuerte, ó un vasto lecho de sal de roca maciza y cristalizada.

Afortunadamente la extension prodigiosa que ha adquirido la marina á vapor en estos últimos años, y la apertura del canal marítimo de Suez, hace cerca de 20 años han venido á hacer cambiar por completo el aspecto de las cosas, y á dar al comercio del Mediterráneo un desarrollo prodigioso al oriente y al occidente. Los buenos tiempos de su hegemonia antigua han podido volver para él. Una nueva Alejandría moderna se ha fundado entre pantanos, Port Said ; Brindisi ha resucitado, y las costas mediterráneas de Grecia, Italia, Francia y hasta de España, han adquirido una animacion, una vida, una opulencia que antes no tenían. Mientras ha existido como único camino marítimo abierto, la larga vuelta por el Cabo de Buena Esperanza, el comercio y la prosperidad del Mediterráneo, de ese mar que baña las más célebres y bellas regiones de la Europa, del Asia, y del Africa Setentrional, podía considerarse en decadencia. Allí no existía ya ningun emporio que pudiera compararse con la Alejandría de los Ptolomeos, con la Tiro de los Fenicios, con la Cartago de los Punios, ó con la Brindisi de los antiguos romanos; ni siquiera había una Venezia ó una Génova de la Edad Media. El Mediterráneo podía considerarse reducido en estos últimos años, antes de la abertura del canal de Suez, á la categoría de un lago inglés. Pero la apertura del itsmo ha infundido al Mediterráneo una nueva vida, colocando á las naciones que lo habitan á pocos dias de distancia de todas las riquezas de la Arabia y de la Persia, de la India y del estremo oriente de Asia y del Africa Oriental, donde ha llegado á descubrirse en sus altas mesetas y lagos centrales, mejores producciones y bellezas que en ninguna otra region de la tierra.

El Mediterráneo ha revivido pues, á sus antiguos esplendores é importancia mercantil, ya que no á su antiguo poder é influencia política, que le había sido arrebatada sin retorno por el Báltico, y los mares inmediatos, centro del más importante tráfico y del mayor

poder moderno. Por lo demás no es este el aspecto bajo el cual nos corresponde considerar por ahora al Mediterráneo, sinó más bien el de su naturaleza é índole fisiográfica. Bajo este aspecto, el Mediterráneo, no obstante su carácter segregado, no forma en realidad por los caractéres de su biolojía, una provincia zoolójica distinta ; los más de sus organismos han venido del Océano, y mientras más se estudian los animales de las costas oceánicas de Portugal, España, Marruecos y Senegal, en parangon con la fauna Mediterránea, más las diferencias entre ambas desaparecen ; y las que aún quedan deben referirse á la antigua juncion del Mediterráneo con el Mar Rojo, por el estrecho de Suez; pues está probado que el valle en que se ha excavado el canal marítimo ha sido un brazo de mar.

En el mediterráneo, especialmente cerca de las riberas, las especies parecen presentar un más activo desarrollo y reproduccion que en las regiones de donde han emigrado ; sus nuevas condiciones de vida, modificando un tanto sus caractéres externos. Muchos interesantes tipos de crustáceos, moluscos, briozoarios, cælenterata, etc., se presentan, antes solo conocidos en el Atlántico, algunos correspondientes á formas fósiles, otros presentando una transicion entre las formas de las faunas oceánica y mediterránea; una nueva especie de *galathodes* (crustáceo peculiar del mar Caribe), se ha encontrado á 455 metros de profundidad ; es ciego, como sus congéneres. Entre los 500 y los 2600 metros se han encontrado en ciertos parages enormes masas de conchas vacías de *pteropoda* y *heteropoda*. El encuentro, en profundidades menores de 550 metros de ejemplares de la espléndida estrella de mar *Brisinga*, que se créía solo peculiar de las regiones frias y profundas del Océano, fué una cosa inesperada. No se han hallado infusorios á grandes profundidades ; se han encontrado pocos Phisopodas, y las más bellas granulaciones del fondo, no han revelado jamás la presencia de Bacterias ú otras formas diminutas de existencia. Más abajo de los 600 metros, las esponjas eran raras, y representadas solo por dos especies.

Y ya que de las profundidades del Mediterráneo hablamos, diremos algo de sus sondages. Las aguas que bañan las costas españolas no tienen los abismos que se presentan en el Atlántico. Sin embargo, hay profundidades de 3980 metros entre las islas de Malta y Candia ; y entre estas y Chipre de 2000. El Adriático es más profundo hácia el Cattaro, presentando la sonda 1400 metros de profundidad. En el mar Jónico y en la costa occidental de Italia, las profundidades son de 200 metros ; mientras entre España, Francia, Cerdeña, Sicilia y

Africa, se presentan profundidades que varían de 1000 á 2000 metros. El fondo de la cuenca mediterránea es muy desigual, encontrándose muchos arrecifes formados de corales, medusas y otras materias cartilaginosas, con infinidad de mariscos y de plantas en las profundidades.

Del ensayo de las aguas del mar Rojo, resulta lo siguiente, de muestras tomadas de varias distancias entre Suez y Bab-el-Mandeb:

	Latitud Grados	Longitud Grados	Gravedad específica	Contenido salino en 1000 partes
1 Puerto de Suez......	30°	33°44	1027	41.0
2 Golfo de Suez.......	27°49	33°44	1026	40.0
3 Mar Rojo...........	24°29	36°	1024	39.2
4 »	20°55	38°18	1026	40.5
5 »	20°43	40°03	1024	39.9
6 »	14°35	42°43	1024	39.9
7 »	12°39	44°45	1023	39.2

Estos resultados convienen con las deducciones teóricas anunciadas; y muestran que las aguas de superficie de la extremidad son más pesadas y más saladas que las aguas de superficie de la entrada del mar Rojo. Para llegar al puerto de Suez, esas aguas habían sufrido una fuerte evaporacion y se hallaban no solo más saladas, sinó en el nivel inferior correspondiente.

Por lo demás la temperatura del aire entre Suez y Adem, se halla muy á menudo en los 90° Fahr. (26° cents.); y la media probablemente no desciende jamás de los 75° Fahr. (19° cents.), durante todo el año, incluyendo la temperatura del dia y de la noche. La superficie de este mar varía en su temperatura, desde los 65° á 85° Fahr. (de los 15° á los 25° cents.); y la diferencia entre los termómetros de bulbo seco y mojado suele llegar de 25° Fahr. á 30° y 40°. Durante el Kamsin ó viento del desierto, la evaporacion media en Adem, es de unos 8 piés por año. Pues bien, suponiendo que la evaporacion del mar Rojo no sea mayor que la de Adem, una sábana de agua de 8 piés de espesor igual en área á toda la espansion de este mar, será levantada anualmente en vapor; ó suponiendo que el mar Rojo tenga unos 800 piés de profundidad en medio, toda su masa quedaría desecada en 100 años de no entrarle una corriente de agua del Océano. Las aguas del mar Rojo contienen por todo cerca de un 4°/₀ de sal en peso; ó como la sal es la mitad más pesada que el agua, un 2.7 °/₀ en volú-

men, equivalente en números redondos á un 3 %. En el transcurso de tres mil años, en la suposicion hecha anteriormente, el mar Rojo habría quedado reducido á una masa de sólida sal, si no existiese una corriente de salida inferior. Pues bien, el mar Rojo cuenta más de 3000 años de existencia histórica constatada, y está muy lejos de hallarse convertido en una masa sólida de sal; y la razon es que tan pronto como la corriente superior introduce la sal, la corriente inferior la extrae del fondo.

Volviendo ahora á la corriente inferior del Mediterráneo, comenzaremos observando que es un hecho constatado, una corriente superficial permanente que viene desde el Atlántico, y la cual es una corriente de agua salada que acarrea un inmenso monto de sal á este mar. Y no obstante es un hecho tambien que las aguas de este mar no son tan saladas como las del Atlántico, ó mejor que lo son menos; y por consiguiente podemos inferir con independencia del postulado y de las observaciones, la existencia de una corriente inferior, por medio de la cual el exceso de sal es devuelto de nuevo al Océano. Fuera de la conjetura filosófica, basada sobre la teoría que acabamos de exponer, hay muchos hechos que prueban la existencia real de una corriente submarina en el estrecho de Gibraltar. Entre estos hechos se cita la deriva de un buque holandés. « En 1812, refiere el Dr. Hudson, M. du L'Aigle, el afortunado y generoso comandante del corsario el *Fénix*, de Marsella, dando caza cerca de la Punta de Ceuta á un buque Holandés que se dirijía á su país; se encontró con él en medio del Canal entre Tarija y Tanjer, le acestó una andanada en todo el costado que lo echó inmediatamente á pique, siendo todos sus hombres salvados por M. du L'Aigle; y unos pocos dias despues, el buque holandés echado á pique en medio del estrecho, fué á salir en la playa cerca de Tanger, puerto situado cuatro leguas lo menos, al oeste de donde fué echado á pique el buque holandés cargado de aguardiente y aceite; y esto directamente contra la fuerza de la corriente en las profundidades del canal, la cual corre en la direccion del Gran Océano, lo que por cierto este accidente ha servido para demostrar; siendo muy probable que una gran parte del agua que penetra por el estrecho, vuelva por ese mismo camino en medio de sus dos costas; de otro modo este buque habría sido llevado en la direccion de Ceuta, y no de Tanger, que está en una direccion opuesta. Las aguas en el estrecho deben ser muy profundas; muchos de los comandantes de nuestros buques de guerra han tratado de sondearlo con sus más largas sondas, y no han dado con el fondo », lo que por de-

cirlo de paso, debe ser á causa del desvío de la zonda por la corriente inferior, y no por un exceso de profundidad real.

Por lo demás, esa corriente inferior es hoy una cosa demostrada y puesta fuera de toda duda. Una muestra del agua de esta corriente fué presentada á Wollaston para su análisis, el cual se expresa respecto de ella en los siguientes términos : « La muestra es de una profundidad de 670 toesas (1340 metros) y ha sido tomada 15 millas dentro del Estrecho. Del análisis resulta presentar una densidad que excede la del agua destilada por más de cuatro veces el exceso ordinario, dejando en consecuencia despues de la evaporacion, más de cuatro veces la cantidad de resíduo salino ordinario del agua de mar. Esto prueba claramente la existencia de una corriente submarina de una agua muy densa, la cual si es del mismo ancho y profundidad que la corriente superior de la superficie para adentro, debe extraer para afuera por abajo tanta sal, como la que es importada de dentro por arriba, aún cuando se mueva con menos de un cuarto de su velocidad, impidiendo de este modo un perpétuo aumento de salumbre en el mar Mediterráneo, que lo haría más salado que el Atlántico ». Se calcula que la muestra analizada por Wollaston debió perder algo por evaporacion antes de llegar á sus manos, porque es difícil concebir que el agua de tantos caudalosos rios y los tres cuartos del agua de mar que penetran en el Mediterráneo, llegue á evaporarse dejando una salmuera para la corriente submarina cuatro veces más salada que lo que se halla el agua marina ordinaria de superficie. Posteriormente M. Coupvent des Bois, y otros despues de él, han demostrado la existencia real de una corriente superior de entrada y de una corriente inferior de salida en el Mediterráneo.

Pero es el caso que dentro del estrecho, segun la demostracion de los sondages últimos, se presentan profundidades de 900 toesas (1800 metros), mientras en el estrecho mismo, en su fondo más bajo, su profundidad no excede de 160 toesas (320 metros); siendo este el caso, dice con este motivo el célebre geólogo Lyell, se podría ahora probar que el vasto monto de sal introducido en el Mediterráneo, no vuelve á salir de nuevo por el estrecho ; resultando de los sondages del capitan Smith, que el Dr. Wollaston no conocía, que entre los cabos de Trafalgar y Espartel, situados á una distancia de 22 millas uno de otro, y que es el punto en que el estrecho es más somero, la parte más profunda, que se halla del lado del cabo Espartel, no tiene sinó 220 toesas (441 metros) de profundidad. Es pues, evidente que si el agua se abisma en ciertos parages del Mediterráneo, á consecuencia

del aumento de su gravedad específica, á mayor profundidad de 220 toesas no puede tener salida para el Atlántico, desde que es detenida por la barrera submarina que se interpone, formando la parte más baja del estrecho de Gibraltar.

Si se hubiese de aceptar este razonamiento de Lyell, todas las cavidades, huecos y valles del fondo del mar, con especial en la region de los vientos Alisios, donde la evaporacion es tan constante y tan grande, deben estar rellenadas por la sal ó por la salmuera ! Pero la evidencia de los hechos muestra que tal procedimiento no tiene lugar, puesto que esa agua más salada, ha sido encontrada saliendo por el estrecho, resultando que en el mar existe realmente una circulacion vertical que las leyes de la física admiten. Este hecho se ha observado no solo en el Mediterráneo, sinó en los mismos Lagos americanos. En efecto, el agua del fondo de los grandes lagos Norte-Americanos no se conserva allí eternamente, por más que el fondo del lago Erie sea más bajo que la barrera que separa este lago de las cataratas del Niágara, y más bajo se encuentra tambien el fondo de todos los lagos que comunican por estrechos unos con otros, formando la cadena. En efecto, hay muchas pruebas de que esas aguas de los fondos, por densas ó saladas que se las suponga, no se conservan estacionarias ni estagnantes allí. En efecto, el rio Niágara no es alimentado por el lago Erie con sus aguas superficiales que se alzan á un nivel superior á las crestas de la cuchilla de rocas que forman la catarata. En estos lagos acontece lo que en los heridos de molino, al correr las aguas sobre la represa. La corriente en esta, de la capa superior de agua, es apenas perceptible ; la fuerza de la corriente se halla en realidad concentrada abajo. Lo mismo sucede en los lagos ; no es en la superficie donde se halla la corriente, es en el fondo, y es la presion de la masa la que da más celeridad al fondo que á la superficie, de donde resulta la renovacion incesante de las aguas del fondo, por consecuencia de esta presion que la fuerza para arriba ; y si en los lagos con fondos más profundos que sus bocas de salida, se observa mayor velocidad en estas, en la salida que en la masa, es justamente porque esa corriente es alimentada del fondo. Las compuertas en los canales de irrigacion, nos enseñan este hecho. En la formacion de las barras del Mississipi que hemos descrito en otra parte, se observa un fenómeno análogo.

XVI

CORRIENTES DEL OCEANO INDICO Y DEL OCEANO AUSTRAL

Ahora pasaremos á estudiar las *corrientes del Océano Indico*. Examinando con atencion los rasgos físicos de este mar, y estudiando sus condiciones, somos conducidos á constatar la existencia de corrientes calientes que tienen su génesis en este océano y que arrastran en él masas de agua recalentadas, que exceden muchas veces en cantidad á la que es descargada del Gulf-Stream por sus fuentes. El océano Atlántico se halla abierto al Norte, pero paises tropicales confinan el Océano Indico en esa direccion. Las aguas de este océano son más calientes, y la fuerza de la evaporacion ès en él mucho mayor. Que ès mayor se puede aún sin observaciones inferir del hecho de una temperatura más elevada y de un mayor monto de precipitacion en las riberas circunvecinas. Estos dos hechos tomados juntos, tienden segun parece á demostrar que las grandes corrientes de agua caliente tienen su génesis en el océano Indico. Una de ellas es la corriente de Mozambique, conocida en el Cabo de Buena Esperanza con el nombre portugués de *Corriente de las Agulhas*. Otra de estas corrientes cálidas del océano Indico hace su escape al través del estrecho de Malaca, y uniéndose con otras corrientes cálidas que salen de Java y de los mares de la China, penetra por el Pacífico como otro Gulf-Stream, entre las Filipinas y las riberas de Asia. De allí describe un gran derrotero circular por las Islas Aleusianas, templando climas y perdiéndose en el mar á medida que sus aguas se ènfrían durante el camino en direccion á las costa Noroeste de la América Setentrional.

Entre la corriente que acabamos de describir, la llamada *Curosiwo* ó Corriente Negra en Asia y el Pacífico, y los rasgos físicos del Gulf-Stream del Atlántico, existen muchos puntos de semejanza. Sumatra y Malaca corresponden á Florida y á Cuba; Borneo á las Bahamas, con el viejo canal de la Providencia en el Sud, y el Paso

de la Florida en el Oeste. Las costas de la China corresponden á las de los Estados Unidos, las Filipinas á las Bermudas, las islas del Japon á Terra Nova. Como en el Gulf-Stream, así tambien en esta corriente de la China hay una contracorriente de agua fria entre ella y las riberas. El clima de las costas asiáticas corresponde con el de Norte América á lo largo del Atlántico, y las de Columbia, Washington, Vancouver y Alta California se pueden comparar por su clima y belleza con la Europa Occidental y las Islas Británicas ; el clima del Estado de California se asemeja al de España; las llanuras arenosas y la estacion sin lluvias de la Baja California, se semejan al Africa con sus desiertos en los mismos paralelos, etc. En el entretanto, el Pacífico Norte como el Atlántico Norte, se halla envuelto donde estas aguas calientes llegan, con nieblas y brumas, y surcacadas por el rayo como se hallan los grandes Bancos de Terranova. Una corriente de superficie fluye al Norte del estrecho de Behring, penetrando en el mar Artico; pero en el Atlántico la corriente es del mar Artico, no dentro de él ; ella corre sobre la superficie, no debajo, siendo el estrecho de Behring demasiado bajo para admitir una poderosa corriente submarina, ó para permitir la introduccion en el Pacífico de grandes icebergs salidos de la cuenca polar. El estrecho de Behring por su posicion geográfica, responde al estrecho de Davis en el Atlántico, y Alaska con sus islas Aleusianas encadenadas, se asemejan á la Groenlandia. Pero en vez de existir al este de Alaska, como existe al este de Groenlandia, un escape á la cuenca polar para esas aguas calientes del Pacífico, interviene una sólida ribera ; enfriadas allí, y cambiada su gravedad específica, ellas tienen que volverse al través de una especie de mar del Norte, á lo largo de la costa occidental del continente hácia Mejico. Allí se presentan como una fria corriente. El efecto de este cuerpo de agua fria sobre el clima del litoral de California es muy marcado. Siendo fria, dá frescura y vigor á las brisas de mar de esa costa, en el estío cuando más grata es una brisa de mar refrescante. Estos contrastes muestran los puntos principales de semejanza y oposicion entre las corrientes y la circulacion acuosa entre los dos océanos. Las corrientes conductoras de *icebergs* del Atlántico Norte, no se hallan repetidas en la masa del Pacífico Norte, porque no hay allí pepineras de *icebergs*, como el océano glacial las presenta en sus brazos Atlánticos. Solo los mares de Okostk y de Kamtschatka, y no el mar glacial Artico, son los criaderos de *icebergs* del Pacífico Norte.

La corriente de Mozambique, llamada tambien de las *Agulhas*, cos-

tea las riberas del Natal, como la Gulf-Stream costea las riberas de la Georgía americana, donde dá lugar al despliegue de las más tremendas tempestades de relámpagos y truenos que se pueda presenciar en ninguna otra region. Horas enteras se ven allí despliegues no interrumpidos de refusilos y relámpagos acompañados de un tremendo y no interrumpido estampido de truenos. Al llegar á las riberas de las Agulhas, la corriente se estiende allí y difunde en medio de aguas más frias, convirtiéndose en una de las más formidables zonas de tormentas del mundo. Hánse señalado allí por algunos marinos estudiosos, como el capitan Andrau, de la marina Holandesa, la existencia de algunos curiosos é interesantes fenómenos atmosféricos á que dá orígen esta masa de aguas calientes. Las tormentas que él señala vienen impetuosas del Oeste, azotándose sobre paralelos perpendiculares á las costas de Africa, pero que se encorvan y la contornean en su estremidad austral al llegar á ella. Aunque tan próximas á la tierra, jamás la tocan. Marchan en esas aguas calientes con una rapidez foribunda; cuando alcanzan un barómetro bajo, se detienen y desaparecen. Los marinos estudiosos y espertos conocen perfectamente hoy cómo evitar las célebres borrascas de este no menos célebre cabo de la Buena Esperanza, que participa con nuestro cabo de Hornos, de su mala reputacion austral.

Hay á veces, sinó siempre, otra corriente que sale de las aguas del Mar Indico. Es otro de los derrames del gran caldero intertropical de la India; tratando de salir de allí, obra más bien como una derivada que como una corriente. Ya hemos visto que durante las últimas erupciones del Krakatoa, esas corrientes, ó mejor derivas, venían navegando al sud cargadas de bancos de piedra pomez, semejantes á campos flotantes de lava, no solo despues, sinó aún antes del estallido. Esto es á la corriente de Mozambique, lo que la gran deriva al este de los mares ecuatoriales del Atlántico es para la *Gulf Stream*. Esta anegacion Hindu es muy vasta. Su mejor indicio se halla marcado por las curvas de las ballenas de esperma. Esta vasta deriva halla su salida al sud entre el Africa y Australia, y parece como desapareciendo y perdiéndose en una especie de Mar de Sargasso Austral, cubierto de manchones no muy tupidos de algas. Ni tenemos por qué sorprendernos de un tan vasto flujo de agua caliente como parecen indicarlo estas tres corrientes salinas del océano Indico, cuando se reflexiona que este océano se halla en el norte confinado, no por mares glaciales, como el Atlántico Norte, sinó por una zona de tierras calientes, elevándose á menudo la temperatura de sus

aguas tan alto como 90° Fahr. (27° centígrados.) Debe por consiguiente existir un inmenso volumen de agua que fluye al Océano Indico á suplir y llenar el vacío producido por estas corrientes cálidas.

XVII

CORRIENTES DE ICÉBÉRGS EN LA DIRECCION DE LOS CABOS HORNOS Y BUENA ESPERANZA, COSTEANDO LAS GRANDES CORRIENTES CALIDAS DEL PACÍFICO EN ESA MISMA DIRECCION. — CORRIENTES PERUANAS, SUD AFRICANAS Y SUD AUSTRALIANAS.

A ambos costados de esa corriente de aguas cálidas que se escapa de las regiones intertropicales del océano Indico, pero con especial del costado Australiano, se presenta sinuando, una corriente portadora de hielos, que sube del océano Austral con provisiones de aguas frias destinadas á modificar los climas y á restablecer el equilibrio acuoso en esa parte del globo. Hay una deriva general para el Atlántico sud de aguas que suben de los mares Antárticos conduciendo hielos. Los *Icebergs* conducidos de allí, siendo á menudo muy grandes y elevados, son encaminados al este por los fuertes vientos Occidentales de esas regiones. Son estos los *icebergs* que tan á menudo suelen verse al S. E. del Cabo de Buena Esperanza. Ellos salen en su orígen con direccion al Pacifíco, pero son arrastrados al este por los vientos Occidentales de esas latitudes. El Gulf-Stream rara vez permite á los *Icebergs* de las aguas Articas, llegar al paralelo de los 40° en el Atlántico Norte; mientras es sabido que la corriente acarreadora de hielos que penetra al Este del Cabo de Hornos en el Atlántico Sud, suelen llevar sus hielos hasta los 37° de latitud Sud. Este es el punto en que los *Icebergs* más se acercan al Ecuador. Esas corrientes que salen fuera de la cuenca intertropical de ese vasto mar, el océano Indico, transportan consigo inmensos volúmenes de agua conteniendo vastas cantidades de sal, y sabemos que agua de mar bastante para transportar iguales cantidades de sal, y sal suficiente para proveer á las corrientes que salen, deben fluir á las regiones intertropicales de

ese mismo mar; por consiguiente aunque las observaciones no fuesen tan numerosas sobre este asunto, la lógica sola de las leyes naturales bastaría para asegurarnos la existencia de corrientes allí que ponen en movimiento inmensas masas de agua.

Ya hemos hecho ver el contraste que existe entre la corriente del Japon ó «Corriente Negra» del Pacífico Norte, y la *Gulf-Stream* del Atlántico Norte. El curso de las primeras formas ha sido trazado satisfactoriamente. Hay sobre las costas de California y Méjico una corriente que se dirije al sud; como existe una sobre las costas de Africa en direccion á las Islas del Cabo Verde. En el espacio abierto situado al Oeste de esta corriente meridional que se estiende á lo largo de la costa Africana, y que comenzando como corriente fria, acaba por convertirse en corriente cálida en la estremidad meridional del Africa; al oeste de esta corriente en sus comienzos, decimos, se halla el famoso «Mar de Sargasso» de Colon, que hemos descrito en otra parte, que es el receptáculo general de los raigones y algas del Atlántico. Así igualmente al oeste de la corriente Meridional de California, se halla el remanso en el cual los despojos y algas del Pacifíco Norte se reunen generalmente, aunque en menores cantidades. Las riberas de las Islas de Johnston (Latitud 70° N. 169°30 long. O). que se encuentran cerca de los bordes de este remanso, hallándose acordonadas por los raigones del Columbia y los cedros rojos de California. Los inmensos árboles que han sido arrojados sobre estas islas guaneras, son tal vez los despojos de las corrientes frias de California arrebatados por los Alisios del nord-este que los han llevado á grandes distancias en el Oeste; mostrando de este modo que las corrientes del Pacífico Norte corren en una especie de círculo, en cuyo borde esterno se hallan las Islas Aleusianas y del Japon, lo mismo que la costa noroeste de América.

Los habitantes de las Islas Aleusianas, donde no crecen árboles, dependen de la madera de resaca que allí abandonan las olas, para la construccion de sus embarcaciones, de sus aparejos de pesca y para los muebles de sus habitaciones. Entre estas maderas se dice, suelen reconocerse el alcanforero y otras maderas de la China y del Japon. Esto pues viene á comprobar la existencia de la corriente de la China, como los cocos de las Antillas llevados á las costas del Noroeste de Europa prueban la existencia de la *Gulf-Stream*. Los Japoneses tienen constatada la existencia de esta corriente, á la cual han dado el nombre de *Kuro-Siwo*, esto es «Corriente negra», que indudablemente se deriva del profundo color azul de sus aguas, comparadas

con las del océano adyacente. Del subido azul de estas aguas de la corriente China, se debe deducir que contienen tambien más sal que el restante mar. Del lado de la costa, pero en direccion contraria á la «Corriente Negra», se estiende una corriente de agua fria que corta las riberas del estremo Oriente de Asia, correspondiente á la que en el Atlántico se estiende entre el Gulf-Stream y la costa Americana. Esta corriente, como su similar en el Atlántico, no es bastante fuerte ni sensible en todo tiempo para afectar el curso de la navegacion; pero como la del Atlántico, es la nodriza de magníficas pesquerías. En efecto, las pesquerías del Japon son casi tan estensas como las de Terra-Nova; y el pueblo de cada país debe estas valiosas provisiones de excelente pescado, á las aguas frias que las corrientes del mar traen á sus riberas.

Otra de las corrientes más interesantes es la Peruana ó de Humboldt, así llamada de este gran naturalista su primer descubridor. Su trazado se vé en los mapas. Esta corriente alcanza hasta el Ecuador, mitigando los ardores del seco y cálido clima del Perú, y haciéndolo delicioso. Los Andes, con sus nevadas cimas, dominando la estrecha lonja interpuesta del Pacífico, y las corrientes de los mares Atlánticos del otro, hacen de esta República intertropical una de las regiones más notables del mundo; porque aún cuando tórrida en su latitud, su temperatura es tal que el calor no incomoda, sobretodo durante las tardes. Entre la corriente de Humboldt y el gran flujo ecuatorial, hay una área que los antiguos marinos solían señalar con el nombre de la *region desolada*. Creían haber observado que esta parte del Océano era poco visitada por la ballena y otros animales marinos; la razon, no sabían darla, pero lo creían un hecho constatado. Felizmente esas supersticiones de mar han desaparecido hoy, sobre todo despues de la invencion del vapor. Lo único que hacía desolada antes esa region, es que era poco frecuentada. Mas con motivo de la actividad del comercio producida por el vapor, y de la rápida colonizacion de California, de Australia, de Nueva Zelanda y de algunos grupos de la Polinesia, esa misma region es hoy muy frecuentada, no solo por la marina que acarrea guano y salitre de las costas del Perú; sinó por los balleneros y las líneas de vapores y del comercio de todas las naciones. En el Pacífico sobre todo, donde existen tales espansiones de agua, en el hemisferio Sud en particular, las aves marinas se complacen constantemente en seguir á los buques, sin duda por seguir su itinerario y esplotar la pesca de él, lo que tal vez no podrían hacer solas con tanta comodidad ó sin estraviarse tal vez. Así estas aves siguen á los buques en

tiempo de calma, ó de borrascas, durante semanas enteras. Aún esas especies como el albatros y la gaviota del Cabo, que parecen complacerse en las regiones borrascosas del Cabo de Hornos y en los inhospitalarios climas de las regiones antárticas, no pocas veces acompañan las embarcaciones al estío perpétuo de los trópicos. Las aves de mar que acompañan los buques que salen de Australia, decían los marinos, solo los acompañaban hasta las riberas de esas regiones desoladas, desapareciendo de allí. Aún los chillidos de la petrela, precursora de la borrasca, cesaban de escucharse en esa region de mar que se suponía desierta de toda vida. Pero esas supersticiones hijas de la ignorancia del pasado, hoy se han desvanecido. Lo que quiere decir que solo la presencia del hombre faltaba á esas regiones para hacerlas pobladas.

En las regiones intertropicales del Pacífico, y entre las aguas calientes de la Polinesia, saca su génesis una inmensa corriente ó *deriva* caliente. Mas bien puede decirse que se desliza y no que marcha hácia el Sud, bañando á su paso las riberas orientales de Australia, que hace lluviosas y húmedas, mientras el resto del país es un secadal inmenso; al mismo tiempo que baña ambas riberas de las verdeantes y feraces islas de la Nueva Zelanda. Esas son las aguas en que los pequeños coralinos se complacen en edificar sus *atolls* y sus arrecifes. Los mares intertropicales del Pacífico ofrecen una inmensa superficie de evaporacion. No hay rios que aquí se vacíen; la precipitacion anual de lluvias allí, escepto en la region de las calmas ecuatoriales, es pequeña; siendo, por el contrario, inmensa la cantidad de vapores que deben arrebatar los alisios del nordeste y del sudeste. En los mapas se puede ver la direccion de la corriente de agua cálida que conduce las aguas recalentadas y cargadas de sales de las regiones intertropicales del océano central, á las regiones extratropicales de ambos hemisferios, donde la precipitacion se halla en exceso. Allí, enfriadas, agitadas y mezcladas con aguas menos saladas, estas aguas sobrecalentadas y sobrecargadas de sales, son restituidas á la temperatura y salobridad de las aguas frias, entrando de nuevo, ó mejor, siguiendo el asombroso sistema de circulacion océanica.

Existen además en el gran Pacífico, cerca del Ecuador, algunas corrientes curiosas, que llamaremos corrientes de la region de las Calmas (*Doldrum Currents*, en inglés). Su sistema es muy complicado para detallarlo aquí. Algunas de ellas, sin embargo, suelen correr á veces con gran fuerza. De las islas de la Sociedad á las de Sandwich ó Hawai, por ejemplo, se encuentra una que corre á la tasa de 96 mi-

llas por dia. Esta misma corriente alcanza, segun lo hemos observado en el Pacífico, hasta las islas de la Nueva Zelanda, lo que esplica cómo los Hawayos enviaron á esas islas su poblacion Maori en meras canoas, ahora 600 años. En efecto, todas estas corrientes tienen siempre una tendencia hácia el Oeste. Suelen presentarse, aunque no siempre, en la zona de las calmas ecuatoriales. A veces estas mismas corrientes suelen dirijirse al sudoeste, y su ancho suele variar de 300 á 60 millas. No se puede esperar otra cosa de este vasto océano, sinó un vasto sistema de corrientes mudables, influenciadas por las grandes variaciones de los vientos, y por consiguiente inciertas y complicadas en extremo. En el sentido que nosotros señalamos estas corrientes, los océanos Pacífico é Hindu no forman sinó una sola masa de agua, como en realidad es el hecho, puesto que los archipiélagos Asiáticos y Polinesianos que los interceptan y aún la Australia misma, no son sinó como islotes insignificantes en medio de un océano vastísimo é inmenso, que ocupa más de un hemisferio del globo. Ahora bien, la caida total anual de lluvia en toda la superficie terrestre, son 186.240 millas cúbicas imperiales, segun Keith Johnston; pues bien, no menos de tres cuartas partes del vapor que produce estas lluvias, proviene de este vasto desierto de agua; pero suponiendo que solo la mitad de esta cantidad, esto es, 93120 millas cúbicas de lluvia caigan sobre este mar, y que una cantidad igual sea evaporizada en él anualmente, esto nos dá 255 millas cúbicas como la cantidad de vapores diariamente levantados sobre todo en las regiones ecuatoriales de este vasto océano. Estos vapores son tomados en un parage y llovidos en otro; y este es el procedimiento que mantiene esa complicada multitud de corrientes parciales y mudables, todas en su orígen y y fuerza tan variables, como los vientos que las forman y las destruyen.

No tenemos que estendernos sobre cómo las lluvias y los vientos pueden producir y encaminar las corrientes, puesto que esto ya lo hemos esplicado en otra parte. Aquí solo procederemos á decir algo de las corrientes submarinas. Hánse hecho muchos experimentos y sondages para averiguar la existencia y direccion de estas infracorrientes. Uno de los medios es suspender de una boya ó pipa flotantes, una sonda ó plomada con su correspondiente madera á la altura de la supuesta corriente submarina. « Era asombroso, dice el capitan Parker, ver á la boya ó pipa moverse con velocidad arrastrada por la flotacion inferior, contra el viento y contra la corriente marina superficial, con la rapidez de más de un nudo por hora, y á veces hasta 1 3/4 nudos por

hora. Los hombres de los botes no podían evitar de largar esclamaciones de sorpresa, pues parecía como si un mónstruo del abismo hubiese agarrado el peso ó sonda sumergida, arrastrando la boya contra viento y marea, para pasearse con ella sobre el mar». Oficiales y marineros quedaban asombrados ante este espectáculo. Los esperimentos de sondages de mar profunda, de que hemos hablado en otra parte, han arrojado tambien mucha luz sobre estas corrientes submarinas. Está probado existen en todas ó en la mayor parte de las regiones de mar profunda, habiéndolo así mostrado al correr la línea de sonda, aún despues de haber tocado el fondo. Estas corrientes submarinas son sobre todo poderosas sobre nuestra còsta Sud-americana, donde en una ocasion la fragata Norte-americana *Congress*, sumerjió una línea de seis millas, en un mar que no tenía tres millas de profundidad, probando con esto la violencia de la corriente inferior.

La incompresibilidad del agua es un axioma físico. En grandes masas, sin embargo, el agua es compresible hasta cierta estension, es decir esta conpresibilidad es de 1 °/₀ cada 2000 metros, y esta facultad física no depende tanto del agua, como del calor que ella contiene, y el cual escapándose la hace compresible. Probablemente es en el calor latente, que puesto en libertad en el procedimiento de su descenso, se halla el secreto de las corrientes ascendentes de las aguas del fondo á que hemos hecho alusion en otra parte, las cuales absorbiendo el calor que las otras abandonan, suben arriba por un procedimiento análogo al de la ebullicion, el cual puede tener lugar ciertamente de arriba para abajo, tanto como de abajo para arriba; solo que este último es el más espedito. A esto se añade las diferencias de gravedad que la salumbre puede producir. Suponiendo que la capa superior de agua, al suministrar sus vapores al viento, tenga su salumbre acrecentada; ella tiene naturalmente que hundirse por causa de este aumento de gravedad, abriendo lugar á las aguas inferiores màs livianas. Como el aire de esta agua superior que desciende, es comprimido y se contrae durante su descenso, despidiendo calor que imparte á las masas que atraviesa, y cambiando de este modo la gravedad específica de las diversas capas termales fluidas en su descenso.

Así el calor y la elasticidad proveniente de la compresion, son llevados de la superficie al fondo del mar; fuerzas que una vez puestas allí en libertad, dán impulso dinámico á un movimiento ascendente de abajo para arriba, destinado á producir las corrientes inferiores, que tantas otras fuerzas y circunstancias pueden favorecer. De este modo una corriente superior densa, viene á desviar natu-

ralmente este movimiento de ascension y lo convierte en un movimiento horizontal, esto es, de corriente. En este procedimiento pues, las sales del mar juegan un importante rol, tanto más, cuando es la salumbre marina naturalmente la que produce y mantiene este juego de fuerzas. Así, desemejante en esto del agua dulce, la cual se espande al congelarse, el agua de mar se contrae por el contrario, hasta más abajo de su punto de congelacion (hasta 3° cent.). Si no fuese por sus sales, el agua de mar, una vez en la superficie, en razon de su calor y dilatacion termal, se conservaría siempre en la superficie. La circulacion vertical se hallaría confinada á los mares polares, y muchos de los seres vivientes que habitan sus aguas perecerían por falta de corrientes que les llevasen su alimento. Esceptuando las mareas, ó las corrientes parciales y accidentales del mar, que los vientos pueden engendrar, todas las corrientes del océano deben su orígen, segun se ha demostrado, á las diferencias en la gravedad específica de las diversas regiones marinas; porque donde quiera que una tal diferencia existe, sea esta debida á la temperatura ó á la salumbre, es una diferencia que perturba el equilibrio y engendra las corrientes. Es una ley del equilibrio de los líquidos y del agua marina en especial, el que el agua pesada corra hácia el agua liviana, y el que el agua liviana se mueva hácia el lugar de donde el agua pesada viene, cualquiera que sea la causa que produzca esta diferencia, sea ella el calor, la salumbre, etc.

Ya hemos hablado de las principales corrientes del Atlántico, quedándonos solo por hablar de la Corriente del Brasil ó de San Roque. Esta saca su orígen de las aguas caldentes ecuatoriales del hemisferio Sud, entre Africa y América. Ya sabemos que las aguas tributarias del Amazonas y del Orinoco, son absorbidas junto con la corriente ecuatorial marina, por el Mar Caribe, donde entran á formar el *Gulf-Stream*. Pero no todas las aguas ecuatoriales entran en esa direccion. Mas acá de la Línea, hay otras aguas ecuatoriales caldentes, que se dirijen al hemisferio Sud. Esta corriente que viene de la misma fuente, se halla dividida por el Cabo San Roque, y un brazo se dirije al Sud con este nombre; mientras el otro se dirije al Oeste, como puede verse en el mapa. Esta última ha sido mirada como una obstruccion para la navegacion, cuando esta se reducía á buques de vela mal construidos. Pero hoy con vapores y buques buenos veleros, ha desaparecido este inconveniente; y despues de ocasionar las pérdidas de algunos transportes ingleses hácia fines del último siglo, su peligro ha desaparecido, no solo ante los medios modernos de navegacion, sinó ante el nuevo he-

cho de su conocimiento y trazado en los mapas. En el mismo caso se halla la corriente de San Roque, la cual se creía arrastraba la naves arrojándolas más allá dal Cabo de San Roque, desde el meridiano de los 23°. Esta corriente parece en efecto designarse hácia el Oeste del Cabo San Roque, en donde sin duda debe encontrarse con las aguas de la corriente fría que viene del Sud; el curso de la corriente de San Roque, es de 20 á 50 millas diarias.

Como quiera, las regiones intertropicales del Atlántico, como las de los otros océanos, abundan en corrientes confligentes provenientes de las influencias occidentales que obran variablemente, pero incesantemente sobre la superficie marítima. Terminaremos este capítulo hablando de la *corriente de Groenlandia*. Esta se halla formada por la corriente fría del Estrecho de Davis, corriente que transporta los hielos de las regiones antárticas y que van á caer sobre el costado oeste del *Gulf-Stream,* la cual sabemos, envía uno de sus brazos al mar Atlántico, como se puede ver por el mapa. A juzgar por esta corriente, hay que suponer un inmenso flujo de aguas polares en esa region del Atlántico, que solo pueden abrirse paso para restablecer la circulacion, despues de contribuir á la corriente Costera Americana de agua fría, á un sistema de corrientes submarinas que atraviesan inferiormente la linea del *Gulf-Stream*. Ellas indudablemente, como la gruesas venas de aguas minerales, toman por medio de sus pasajes ocultos, una parte activa en el gran sistema de la circulacion y economía terrestre.

SECCION OCTAVA

NAVEGACION DEL OCÉANO INDICO. — ISLA DE CEILAN, SU ASPECTO, PRODUCCIONES Y CULTIVOS. — SU POBLACION. — LA PENÍNSULA ÍNDICA, SU DESCRIPCION, SU HISTORIA. — NAVEGACION EN EL GOLFO DE BENGALA. — GOLFO ARÁBIGO. — UN CICLON EN EL GOLFO DE ADEN.

RESUMEN: El Mar Indico. — Los Indus. — Estudios sociales á bordo del *Siam*. — II. Peces volantes. — Teoría estática y climatérica de los mares. — Mares montañas, mares pampas, mares ebullentes. — Celages y perspectivas. — Llegada á Ceilan. — Primeras impresiones. — III. Descripcion de Ceilan, sus producciones y cultivos. — Visita de Hæckel en 1882; sus pinturas animadas. — Estension y producciones comerciales de Ceilan. — Sus sectas religiosas. — IV. La península Indica. — Su descripcion, su historia. — Sus razas y antigüedades. — V. Navegacion del golfo de Bengala. — Navegacion del golfo Arábigo. — Un ciclon en el golfo de Aden. — VI. La atmósfera, su naturaleza, sus habitantes. — VII. Circulacion atmosférica, sus leyes y corrientes principales. — VIII. Movimientos torbellinarios de la atmósfera. — Altura de las nubes.

I

EL MAR INDICO. — LOS INDUS. — ESTUDIOS SOCIALES A BORDO DEL SIAM. EL REY LARRIKIN.

La mayoría de la tripulacion del *Siam*, en que hacemos esta parte de nuestro viaje de vuelta al globo, se compone de Indostanes; durante nuestra larga travesía hemos podido pues estudiarlos tan bien en su físico, como en su moral. Estos Indostanes pueden dividirse en tres razas bien distintas, á la que añadida la casta Sacerdotal ó Brahamínica, constituyen las cuatro grandes castas de la India. Estas razas son: la Indostan Etiope, muy morena, casi negros, que es

probablemente la poblacion más primitiva del país; los que lejos de haber colonizado la Etiopia de Africa, como lo pretenden los *Bulls* de la cronología histórica, son probablemente los descendientes de los Etiopes Africanos, que con *Osiris Baco*, conquistaron y colonizaron la India unos 6000 años antes de J. C., cuando el período geológico moderno de nuestro planeta, se hallaba aún en su principio, pasadas las sombras y hielos del período glacial. Es probablemente la poblacion más antigua de la India, que en el período aludido, cuando los Etiopes de Meroe, ya contaban millares de años de civilizacion anterior, se hallaba recien emerjida de la accion de las causas físicas que le han dado su actual configuracion. Despues del Indu, Etiope, viene el Indu Dravidiano, mezcla de antiguo Malayo y Etiope; y por ultimo, el Indu Noble, ó Indu Ariano ó Semítico de la raza de los conquistadores, dividida en dos castas principales, los Sacerdotes ó Brahamines y los Guerreros ó Rajputas. Esta raza de los conquistadores de la India, venida del Oeste, segun su propia tradicion (de las riberas del Indo, del Pendjab y Kabul) son más blancos que los Sudras ó labradores y los otros habitantes indígenas del Indostan. Todas son razas inteligentes, pacientes, nerviosas, con todos los elementos para formar, sinó un gran pueblo, por lo menos un respetable pueblo. Pero les falta la energía de alma, la libertad de espíritu, que hace del Europeo el rey del mundo, y por consiguiente, el rey de los Indus.

Una cosa hay de notable en estos Indus; por sus rasgos típicos presentan ciertos puntos de analogía con las razas Malaya y Canaka, y por consiguiente, con nuestros paisanos indígenas civilizados del interior (Indios Riojanos, Catamarqueños, Santiagueños). Ya hemos dicho y lo vamos á repetir aún, pasando sobre el temor de fastidiar á nuestros lectores, que en América hay dos razas indígenas bien distintas: una Mongoloida ó Turaniana, especie de raza Tártaro-Americana, á la que pertenece el Indio Pampa, el Guaraní, los Indios del Brasil, de las Guayanas y probablemente los actuales Indios Canadenses y Norte Americanos. La otra que puebla generalmente las costas del Pacífico, incluye á los Araucanos y á las razas que habitan las faldas occidentales de los Andes; á los Changos, á los Quichuas y Aimaras del Perú, y probablemente tambien á los antiguos indígenas civilizados de Colombia, Centro América, Méjico, California y Missouri (los autores de los *Missouri Mounds*). La primera es una raza intrínsecamente bárbara, vagabunda de instintos y de carácter, inconquistable para la civilizacion. La otra es una raza más reposada,

más inteligente ó más docil, y á ella pertenecen los pueblos civilizados ó á medio civilizar, que los conquistadores de América hallaron establecidos en su suelo. Son estos últimos los que presentan evidentes muestras de consanguinidad con los Canakas, los Indus y los Malayos. Son estos justamente, á los que el Dr. Lopez aplica el nombre de Arianos de América, como en el Viejo Continente, los Arianos han venido á sobreponerse ó á espulsar á los Turanianos, ó Mongoloides Primitivos, estableciendo entre estas dos ramas de la humanidad, en el Nuevo Mundo, el mismo antagonismo que había prevalecido entre ellas en el Viejo.

¿Esas dos razas opuestas son indígenas de América? ¿O han emigrado del Asia á América, primero los Turanianos, despues los Arianos, cuando América y Asia estaban unidas y formaban un solo cuerpo continental? ¿ó, sin estar unidas, atravezando los mares en las canoas primitivas? No es creible que la América haya producido espontáneamente razas Turanianas y razas Arianas; tanto más cuanto las razas civilizadas han conservado tradiciones de emigraciones sucesivas. ¿Pero los Arianos de dónde han venido? ¿Han venido de los mares del Oeste ó del Este? Aquí está el problema y la dificultad. Si no hay vestigios de que hayan podido venir del Este, tampoco los hay que hayan venido del Oeste, segun lo hemos demostrado. No necesitamos insistir aquí sobre cuestiones que ya hemos debatido en otra parte. Los Turanianos ó Mongoloides de América, han podido venir del Polo, centro creacional de esta raza primitiva, de que aún hoy quedan restos en las regiones Polares, en los Esquimales, Lapones, Samoyedos, etc. Los Arianos de América han venido del Este y no del Oeste, lo dejamos probado en los libros anteriores. La existencia de la Atlántida, centro creacional de la humanidad civilizada, de donde se ha difundido por todo el globo al Oriente y al Occidente no es una mera congetura ; fúndase en las mayores probabilidades : es un verdadero hecho tradicional, referido por los sacerdotes del Antiguo Egipto, conservadores de la tradicion, que Platon nos ha trasmitido; hecho tan positivo y tan real para todo el que profundiza la historia, que su demostracion se ha hecho por un libro especial, *Atlantis, the Antidiluvian World*, de que ya hemos hablado, debido á Mr. I. Donnelly.

Los estudios practicados en estos ultimos años en el alto Perú, por algunos etnólogos Europeos, como Her Falb, en las raíces de los idiomas Quichua y Aymará, tenderían á poner en evidencia la verdad del hecho indicado, y encubierta bajo tradiciones vagas desde hace tantos siglos. En este ultimo caso, y esto es lo que consta de la

historia y la literatura de los Indus, las principales razas conquistadoras y civilizadoras de la India han venido de Occidente, no de Oriente; y esta invasion no es muy antigua; los *Vedas*, que son el génesis de la Biblia Indu, son un derivado ó una rama del Zenda-vesta ó Zenda-avesta, el Génesis de los Iranianos, y la verdadera fecha de su orígen puede fijarse en una época muy posterior á los orígenes Egipcios, Fenicios y Asirios, como lo vamos á demostrar más adelante. Se ve, pues, que los Arianos de la India no son los padres de género humano, y solo forman una rama degenerada y mixta de la gran tríbu ó familia Noachide, de los Atlantis, que tiene su tronco no en el Asia, como se ha creido erradamente, sinó en la Atlántida, ese continente hundido, como tantos lo han estado por un fenómeno geológico muy repetido, como las capas geológicas lo demuestran; y como los más remotos recuerdos del género humano lo prueban, en la forma tradicional de *diluvio*, que solo ha existido en esa forma, en forma de sumersion.

Si la edad de los Vedas puede fijarse, es fácil entónces fijar tambien la conquista del Industan por los Arias, pues la historia de estos puede dividirse en tres períodos á saber: anterior á la conquista de la India, representado por los Vedas; posterior á la conquista de la India, representado por la literatura *Sanscrita*; histórico ó moderno, representado por la literatura *Budhica Pacritica*; y por la historia coincidente con la conquista é historia de otros pueblos. Por nuestra parte, despues de profundos estudios sobre esta materia y con muchos documentos cronológicos, históricos y tradicionales á la vista, creemos que las razas Arianas han tenido su asiento original en las regiones polares y que su emigracion al Sud se ha hecho por la invasion del período glacial. Porque segun el primer *Fargar del Vendidad*, los Arias han salido originariamente de un país que tenía 10 meses de invierno por 2 de primavera, pasando de allí á *Aryanem Veadz*, la vieja Aria, donde había 7 meses de estío y solo 5 de invierno. Esto se halla consignado liberalmente en el versículo 4 del capítulo ó *Fargard* primero del *Vendidad*, que no citamos por no alargarnos demasiado. Las fechas de esas tres emigraciones, á tres regiones sucesivas, que recuerda el *Vendidad*, deben ser muy remotas. Zoroastro ha escrito el *Vendidad* solo en la última, y probablemente cuando esta estaba ya consumada, y los Iranianos, de quienes Zoroastro es el Moisés, establecidos ya en la Bactria y en la Media. Se crée que Zoroastro escribió el *Vendidad* ó *génesis del Zenda-vesta*, unos 6000 años antes de J. C. Si la última emigracion de los Iranianos

estaba ya consumada en el año 6000 antes de J. C. entónces las otras emigraciones deben remontar á épocas remotísimas, que concuerdan con la cronología que Platon nos dá de los Atlantis.

Los Arias-Indus, ó mejor Indus-Arianos, han debido separarse de los Iranianos al establecerse estos en la Media y la Persia, mientras los Indu-Arianos se establecían en el Kabul, ocupando sucesivamente el Pendjab y las riberas del Indus. Allí, por intermedio de sus parientes los Iranianos, han podido hallarse en contacto con los Akadios, esto es, Babilonios y Asirios. Para fijar esta fecha no debemos atenernos á los cálculos de los mutiladores de la cronología y de la historia, los cuales deducen de datos astronómicos tomados de los Vedas, que estos fueron escritos hácia el año 1400 antes de J. C. Pero es el caso que estos datos son suministrados por escritos de un orígen moderno evidente, siendo el resultado de cálculos formados *ex post-facto*, y con el objeto expreso y calculado de mutilar la cronología verdadera, ya que no era posible quemar el Zendavesta ni los Vedas, como se habrá hecho con Sanchoniaton, Beroso y Manethon. Además de que esos cálculos se apoyan sobre datos muy vagos, y están lejos de dar determinadamente la fecha indicada; sinó que meramente hacen referencia á una época, segun Whitney, entre 1820 y 860 antes de J. C. Mas esta misma apreciacion de Whitney no es exacta; pues la circunstancia de que los más antiguos recuerdos comienzan la série de los *Nakshatras* con el signo *Krittika*, nos conduce necesariamente á un período mucho más antiguo que esas últimas fechas, derivadas de un pretendido calendario Védico, esto es, á un período entre 2780 y 1820 antes de J. C desde que en esa fecha el equinoccio de invierno coincidía con la estrella η *Tauri*, *Krittika*, lo que dá en números redondos la fecha de 2300 antes de J. C. épocas de grandes movimientos y revoluciones en el Asia. Es en esta época que segun la cronología griega, Nino conquistó la Bactriana, y ocasionó en la toma de Bactra, la muerte de Zoroastro (no del legislador, sinó de un Pontífice Mago de este nombre); nombre que se presenta tambien despues en el reinado de Hyttaspes, el primer Dario, todo lo cual indica que los Pontífices Auramasdhistas se trasmitían este nombre.

Por lo demás el conocimiento de las mansiones lunares, donde se halla consignado ese dato astronómico, y que se deduce de hallarse caracterizada con el signo *Krittika* designativo de dicha estrella, las han obtenido sin duda los Indo-Arianos mientras estaban fuera de la India y en contacto con los Iranianos de la Bactria y con los Asi-

rios; ó las han recibido en un período posterior mediante las relaciones comerciales de los Fenicios con el Panjab; porque en realidad, es Babilonia el país madre de las observaciones á que esa fecha hace referencia. Más aún, háse descubierto un texto Indu en el *Baberujataka*, el cual hace referencia á Babilonia y á su comercio marítimo, en el cual se hace alusion á la exportacion de pavos reales. Tambien se han descubierto pruebas directas de antiguas relaciones mercantiles, entre la India y el Occidente, en un texto geroglífico perteneciente al siglo XVII antes de J. C.; del cual resulta que los Arias se hallaban ya en esa época establecidos sobre el Indo. Porque la palabra *Kapi*, mono, que ocurre en hebreo en el libro de los Reyes, alterado en la forma *quof* en dicho texto egipcio, asume la forma *Kafu*. Por último, el nombre *Tukhüm*, que es el nombre hebreo de los pavos reales, implica necesariamente que los comerciantes fenicios de Ophir, en tiempo de Salomon, han entablado negocios, sea en el país mismo de Abhira, sea sobre otro punto de las costas de la India, ocupadas por los Dravidianos.

En las partes más antiguas del Rigveda-Samhitá, ó génesis Indu, hallamos á la raza Indu establecida recien en los confines del Noroeste de la India, en el Panjab, y aún más allá del Panjab en el Kubha, esto es, en el Kabul (el *Kopher* de los griegos). Uno de los poemas Vedicos (Vedic *Rishis)* que se asegura ser de Vatsa, de la familia de Kamvá, pondera los presentes que para gloria de los Yadvas, él recibió mientras residía con Tirimdira y Parsu, consistentes en caballos, ganados y *ushtras* (esto es, búfalos) enyugados de á cuatro. Solo que está en duda si esta es una sola persona, Tirimdira Parsu, ó son dos, como lo traducimos. En los comentarios de Sankhayana (*Sankhayana Srauta-Sutra),* él por lo menos lo entiende como Tirimdira Parasavya. No puede haber una alusion más clara á Tiridates y los Persas. Pero no podemos creer haga alusion á los Persas posteriores á Ciro: sería darles una data demasiado reciente. Pero los Iranianos Persas tenían ya este nombre y eran gobernados por príncipes del nombre de Tiridates, desde mucho antes de la edad de Ciro. Tambien puede haber una alusion á Parthavas, que lo mismo que los Persas, se distinguen ya por estos nombres desde la edad de los Achæmenides.

Como quiera, la gradual invasion de los Indu Arianos, del Kabul y el Panjab hácia el Oriente, más allá del Saravasti, y más adentro del Industan hasta el Ganges, se puede descubrir en las últimas porciones de las escrituras Védicas, casi paso por paso, etapa por etapa.

Las escrituras del período siguiente, los épicos, consisten en relaciones de los conflictos internos entre los conquistadores mismos del Indostan, como se vé por el *Maha-Bharata*; ó el ensanche ulterior del Brahmanismo hácia el Sud, como se vé por el *Ramayana*.

Si comparamos con estos datos de investigacion moderna, las primeras relaciones exactas sobre la India que nos son suministradas por una fuente Griega, á saber, por Megasthenes, el cual residió algun tiempo en la corte del rey Indu Chandragupto, como embajador de Seleuco, rey de Siria, se pone en evidencia que en la época de este escritor, el Brahminisamiento del Indostan ya se hallaba completado; mientras en tiempo del Periplus, que es muy anterior, la estremidad más austral del Dekhan, se había ya convertido en el asiento del culto de la Diosa, esposa de Siva. ¡Cuánta série de años, de siglos tal vez, han tenido que transcurrir necesariamente antes que esa vasta estension de país, habitada por tribus salvages y vigorosas, de sangre etiope y malaya mixta, hubiese podido ser sometida para su mal, al odioso yugo del Brahmanismo (el Catolicismo Indu), con su despotismo sacerdotal teocrático y sus divisiones de castas! A esto se podría objetar que las razas y tribus encontradas por Alejandro sobre las riberas del Indu, parecían hallarse sobre un pié Védico completo, y no sobre un pié Brahmínico. Indudablemente este es un hecho; pero de él no se pueden sacar deducciones con relacion al resto de la India. Porque estas tribus del Panjab jamás consintieron en someterse al órden ó tiranía teocrática de los Brahmanos; sinó que se conservaron siempre fieles al testo Védico, escapando por su enérgica actitud protestante, tanto á la dominacion Sacerdotal Brahmánica, como á su odioso y exclusivo sistema de castas. Por esta razon ellos fueron el objeto de un cordial odio de parte de sus hermanos pertenecientes al Brahmanismo, que se estendieron más adentro de la India, haciéndose tambien por esto menos hostiles al Budhismo.

El que la ocupacion de la India por los Hindu-Arianos sea de una data reciente, no implica un orígen reciente para la raza misma; la cual ligada como se halla en sus orígenes á la raza Iraniana, puede pretender á una alta antigüedad, como pertenecientes ó descendientes de las razas Atlántidas, como las que como ellos han venido del oeste. Iranianos é Indu-Arianos han debido vivir juntos hasta que la promulgacion de las leyes de Zoroastro ó de Manu, fué tal vez un motivo de discordia, de malquerencia y de separacion definitiva, dirijiéndose los Indo-Arianos al oriente, y los Iranianos al ocaso. Pero los Indus no han podido estenderse, emigrar, ó colonizar otros pueblos, sinó

despues de conquistada toda la India y Ceilan, acontecimiento demasiado reciente, siendo posterior á la invasion de Alejandro; cuando ya hacía 4000 á 5000 años, que las altas mesetas centrales de América se hallaban civilizadas y rejidas por las leyes y el imperio de los Pyruhas, anteriores de muchos siglos á los Incas.

En los cantos del Rik, el robusto espíritu del pueblo, dá espresion á sus sentimientos en conexion con la naturaleza, con una espontánea frescura y sencillez admirable en la época védica, cuando estas tribus se hallaban aún bien lejos de su centro definitivo, la India. Entónces ellos adoraban las fuerzas ó potencias de la naturaleza, como seres superiores, solicitando su benévolo auxilio dentro de sus diversas esferas. Habiendo comenzado con este culto de la naturaleza, que por todo reconoce solo los fenómenos individuales de la naturaleza, que desde el principio impresionan la imaginacion, como sobre humanos, llegan á ser gradualmente clasificados dentro de sus diversas esferas; descubriéndose cierta unidad entre ellos. De este modo se llega á cierto número de seres divinos, cada uno de los cuales ejerce el poder supremo dentro de su provincia particular, cuya influencia, con el trascurso del tiempo, ha llegado á estenderse á los acontecimientos correspondientes de la vida humana, al mismo tiempo que eran dotados con atributos y órganos humanos.

El número ya considerable de estas divinidades de la naturaleza, de estos directores de sus fuerzas, llegaron á aumentarse con la adicion de abstracciones, tomadas de conexiones éticas, y á estas como á las otras deidades ó fuerzas divinas, le son asignadas una existencia y una actividad personal. Entre la multitud de figuras de este olimpo divino, el espíritu de investigacion, en un estado más avanzado de la evolucion intelectual, se esfuerza en introducir cierto grado de órden y de filosofía hasta donde es posible, en esas figuras inconexas, segun los principales atributos de que han sido investidos. El principio seguido en esta distribucion es, como la concepcion de las deidades mismas, tomado enteramente de la contemplacion de la naturaleza. De este modo han habido dioses que obran en los astros, en el aire, en la naturaleza; y entre estos, el sol, el viento y el fuego son reconocidos respectivamente como los principales gefes y representantes. Estos tres obtienen gradualmente precedencia sobre todos los otros dioses, que son solo mirados como sus hechuras y servidores. Fortalecida con estas clasificaciones, la especulasion se esfuerza por establecer la posicion relativa de estas tres deidades, á fin de arribar á la unidad del Ser Supremo. Porque es evidente, que mientras hubo

muchos caudillejos ó reyezuelos de ciudades, debieron haber muchas divinidades particulares. Pero llegados los pueblos á una gran unidad territorial y monárquica, han debido tratar tambien de unificar su teología, su olimpo, haciendo divinidad única, aquella objeto del culto especial del pueblo vencedor.

Así, llegan á esta unidad, sea especulativamente, suponiendo directamente la pura existencia de un ser absoluto, como ser Brahman (neut), respecto al cual los otros tres quedan reducidos como parte componente de un mismo todo (*trimurti*); ó arbitrariamente escojiendo preferentemente cualquiera de los tres, para tributarle un culto supremo. El dios sol parece en el primer caso haber sido promovido á este honor. Ahora bien, la separacion de las tribus Arianas parece que ha debido tener lugar en la época de estas manifestaciones, y no antes, ni despues. Porque Zoroastro, el gefe de los Iranianos, parece haber escojido el Sol espiritualizado, esto es la luz, Ahuramazda, la potencia del bien, por su unidad divina centralizadora; Pirhua, el gefe de los Arianos de América, escogió por su parte el Sol material benefáctor visible y evidente del mundo; mientras Manu, el gefe de los Indu-Arianos, escogió á Brahma, entidad absoluta y universal, símbolo de una casta sacerdotal ambiciosa y absorbente. ¿Pero dónde ha podido tener lugar esta separacion y seleccion? Es evidente que esto no ha podido tener lugar en las Indias, porque los Arianos de América han erijido en ella sus Imperios 4000 á 5000 años antes de J. C. mientras la conquista de la India sola se terminó en el siglo de Alejandro ó un poco antes. Tampoco ha podido ser en Persia. Ha sido pues en el punto de partida de todas las razas Arianas, en las regiones polares, donde segun el Vendidad: «Diez meses de invierno hay allí; solo dos meses de verano.» Ahora bien, la Atlántida debía estenderse por Terra Nova, hasta la Groenlandia, de un clima tropical en las edades geológicas, segun declaracion del mismo Vendidad, el cual dice: «el perverso Angro-mainyus (*Arimanes*) envidioso de esas ventajas del Aryanem-Vaejo», le envió una poderosa serpiente, y nieve, la obra de los Devas.»

Fué pues Aryanem Vaejo, al norte de Atlántida, el punto de partida de la disperion de los Arias. Zoroastro, encabezando á sus Iranianos, se dirijió á ocupar la Bactria y la Media; Manu, el gefe de los Indu Arianos, se dirijió á ocupar el Kabul y el Panjab, de donde se estendieron á lo largo del curso del rio Indo, del Ganges y de todo el Indostan. Los Arianos de América, encabezados por cuatro caudillos, gefe cada uno de las cuatro castas Aratanas primitivas, Ayar y sus

otros compañeros; Manco Topa, Ayar Chaki, Ayar Aucoa y Ayar Uyssu dirijiéronse á Norte América, pasando á Sud América en seguida. Por lo demás, los Indus que adoptaron la fé de Brahman, no escluyeron en un principio al sol, de su culto. En la parte más antigua de las escrituras Brahmanas (con las cuales el Zendavesta se halla más conexionado en lo que respecta á la edad y al contenido, que con las escrituras Samhitás) encontramos al Dios Sol aquí y allí, exaltado muy por encima de las otras divinidades (*prasavita devanam*). Tambien hallamos vestigios de esto en las formas mismas del culto, que tan á menudo suele conservar reliquias de la antiguedad. Más aún, en calidad de «Brahman» (max) él ha conservado, en teoría, su posicion hasta los últimos tiempos, aunque de una manera muy incolora. En efecto, la Trimurti, ó trinidad Indu, se compone en el fondo del Sol, el aire y el fuego. El Sol, hemos dicho, conservó por largo tiempo la supremacia; pero al fin sus colegas, los dioses del aire y del fuego, á consecuencia de su influencia más directa y sensible, obtuvieron por grados completa posesion del poder supremo; aunque constantemente en conflictos unos con otros. Su culto ha pasado por una larga série de faces diversas, y es evidentemente el mismo que Megasthenes tres siglos antes de J. C. halló establecido en el Indostan; y el cual desde el tiempo del Periplo, había ya penetrado, aunque en una forma en estremo alterada y corrompida, hasta la estremidad meridional del Dekhan.

Resulta pues, de los datos que preceden, tomados de las fuentes más autorizadas, de anticuarios Ingleses, Alemanes, Franceses, etc., los cuales se contradicen á veces, pero que solo se hallan de acuerdo en la verdad, que la Atlántida ó una cosa parecida, désele el nombre que se quiera, ha sido la cuna primitiva del género humano civilizado. El era un continente ó gran Isla, que se estendía de un hemisferio á otro, hallándose en contacto con la América y con el Asia, las cuales no tenían la forma que hoy nos exhiben. La existencia de ese continente en la posicion que le asignamos, es tanto más probable, cuanto que á él solo es posible atribuir los inmensos depósitos de agua dulce de los estratos Wealdenos del continente Occidental de Europa y de Inglaterra, no siendo posible atribuir la existencia de esos inmensos depósitos á otra causa que á la existencia real de ese continente, puesto que de él han provenido, del Oeste, donde hoy no existen montañas y tierras, sinó mares.

En esas tierras, hoy abismadas, cuya existencia real acabamos de constatar, floreció la dinastía de los Atlas (*Atlam* en latin; *Adam*

segun la pronunciacion Semitica), la cual gobernó y dió leyes al Imperio y razas de los Atlantis. Este imperio, segun Platon, florecía y era muy civilizado y poderoso, poseyendo una gran marina y colonias innumerables, como la Inglaterra de nuestros dias, en el año 11,544 antes de J. C. Estos Atlantis colonizaron la España, las costas de Africa (Islas entonces), la Etiopia poblada primero por los Etiopes de Lemuría, y el Alto Egipto, todas islas 30,000 años antes de J. C.; pues el Continente Africano aún no había emerjido en su totalidad y conjunto actual. Ellos, esto es, los Pelasgos, conquistaron tambien y poblaron la Grecia, el Asia Occidental, incluso el Asia Menor, la Asiria, la Arabia y la India desde la época en que esos paises eran islas todavía.

La catástrofe del hundimiento de la Atlántida, de que Platon hace una viva y aterrante pintura; relacion que él recibió del Colegio Sacerdotal de Heliópolis, conservador de la tradicion, debió tener lugar en los principios de la época actual, ó edad geológica moderna, de 8 á 9000 años antes de J. C. segun los cálculos cronológicos de Platon en el Timeo. Seguirémos esta fecha, porque hasta esa época suben las tradiciones *Post-Atlantis* en forma de las leyendas de Atlas, de Prometeo, de Perseo. Perseo, esto es, los Iranianos, figurando en estas fábulas de orígen Occidental y marítimo, forman un testimonio decisivo respecto al orígen Occidental de los Arias, que por otra parte ya sabemos, llegan á la India viniendo de Occidente. Los Turdetanos de España, al tiempo de la conquista Fenicia, tenían leyes é historias conservadas en verso y cuyo orígen remontaba á más de 6000 años antes de J. C. Muchas naciones antigüas, como Egipcios, Etiopes, Akadios, etc., comienzan á figurar en esa edad, sin duda con motivo de la desaparicion del poder y de la influencia de los Atlantis, que los habían tenido antes sometidos.

Otro testimonio del Imperio y colonizacion de los Atlantis, lo encontramos en las tradiciones Druídicas. Segun ellos, los Celtas, los Galos, son Arianos, esto es, Atlantis, venidos de la Atlántida en calidad de Colonos, ó como refugiados en sus naves, inmediatamente despues de su hundimiento. El nombre de Galos es segun ellos, un sobrenombre (Gallos); y su verdadero nombre patronímico y de raza, es Atlantis. En efecto, al enumerar César las tribus que pueblan las Galias, habla de los Andes, ú Antis, entre las tribus establecidas en el Oeste. Platon fija una fecha más alta que el año 8000 antes de J. C. para la catástrofe; pero esa fecha puede referirse á la prosperidad, á la preponderancia de los Atlantis, de su comercio, de su marina,

de sus colonias y no al hundimiento de su Isla ó Continente: de todos modo la catastrofe se halla comprendida entre los 6000 y los 9000 años, como límites estremos. Los Atlantis, dice Platon, adoraban en un principio un solo Dios, creador de todas las cosas: mas esta creencia formulada y establecida bajo el reinado del primer Atlas (probablemente el Adam Bíblico), fué despues sostituida por el politeismo, siendo su principal dios Neptuno, á quien habían erijido magníficos templos de mármol y bronce; y se comprende que Neptuno sea el principal Dios de un pueblo mercantil y marítimo, como los Atlantis.

Como quiera, hundida la Atlántida entre los años 6000 y 9000 años antes de J. C. á estar á los datos suministrados por Platon, quedaron sus colonias y los que pudieron escapar en naves, á la catastrofe. La civilizacion Atlanti, despues de esa fecha, solo floreció en la Etiopia y el Egipto, porque estas eran las colonias más antiguas de los Atlantis, que debieron recorrer con sus naves el mar Sahárico y sus islas; y probablemente comerciaban con la India y con el Golfo Pérsico, porque las tradiciones Akadias hablan de un Dios, mitad hombre, y mitad pescado (que era el modo que tenían de representar los pueblos navegantes, como los Atlantis y los Fenicios, que eran la misma cosa), al cual llaman *Oanes Annedotus,* el cual subía del Golfo Pérsico, para traficar con ellos y enseñarles la política, las artes, el comercio, la industria; enseñándoles además la religion, las ciencias y otras muchas cosas más. Este comercio pudo estenderse aun más al naciente, de donde las semillas Arianas y Etiópico Arianas, sembradas en el Sud de Asia y hasta en el Japon y otras islas del Pacifíco. Porque los Malayos tienen sangre Ariana en sus venas.

La América, en su parte Occidental, fué sin duda tambien colonizada por los Atlantis, sea del modo que hemos indicado, más arriba, que es el más cierto, ó de otro modo; pues las tradiciones de los Amautas del Perú hacen alusion á varias invasiones ó emigraciones de Arianos de su misma raza, hablando el quichua, ó un idioma parecido. De ahí los rasgos comunes de los Aimaras (Arias ?) y Quichuas con las castas Noachides de Occidente y Oriente. Los Atlantis ó sus descendientes, despues de la gran catástrofe de la Metrópoli, se barbarizaron á la vez en Europa, Asia y América, por el abandono en que quedaron, colonias probablemente en un estado embrionario de cultura. Despues de las grandes catástrofes de la naturaleza ó del hombre, la civilizacion retrocede siempre y se paraliza. En nuestro

país, despues del terremoto de Mendoza, los Mendocinos que antes se distinguían por su cultura y civilizacion, se atrazaron tambien en los años siguientes. Pero el tipo de la civilizacion Atlanti se conservó elevado y próspero en Meroe y en el Alto Egipto, sin duda porque estas eran las más antiguas y adelantadas colonias de los Atlantis; y lejos de retroceder su civilizacion y prosperidad, con el desaparecimiento de la Atlántida, no hizo sinó progresar y consolidarse. De este modo vemos que, 2000 años despues de la catástrofe (en esa edad el mundo se movia á un compás muy lento), el gran conquistador Sacerdotal Osiris, viendo el Imperio Atlanti disuelto y el mundo sin dueño, sale con un doble ejército, por mar y tierra, de las márgenes pobladoras y civilizadas del Nilo, y más con música, danzas y festines, que con las armas, subyuga, civiliza y coloniza con sus Chamitas y Etiopes, la India, la Asiria, la Mesopotamia, el Asia Menor, y la Siria; hasta que volviendo á su país al cabo de una larga y gloriosa campaña de conquistas pacíficas, por lo cual recibió el nombre de Baco conquistador, cayó víctima de las asechanzas del perverso Tiphon. El fué llorado y vengado despues por su esposa Isis y por su hijo Oros.

Los Indus por otra parte, jamás han sido un pueblo conquistador y civilizador: ha sido siempre un pueblo supersticioso, abyecto, fácil de conquistar y de subyugar, y conservándose siempre atrasado y semi-salvaje. ¿Cómo pues serían ellos los padres de la civilizacion Egipcia, de la civilizacion Asiática y de la civilizacion Europea, si jamás han conocido ni la civilizacion, ni la audacia de las razas conquistadoras emigrantes? Los rasgos parentales, físicos y lengüísticos que los Indus presentan de un lado con los Malayos y otras razas del estremo Oriente, y del otro con las razas civilizadas de Occidente, se debe al hecho de ser ellos descendientes de colonias establecidas en épocas muy remotas, por las razas más civilizadas de Occidente (Egipcios, Asirios, últimamente Griegos). Su parentesco lengüístico y de consanguinidad con las razas occidentales del viejo continente de un lado, con los indígenas de América del otro, les viene del tronco comun más antiguo y civilizado de la humanidad, de los Atlantis, establecidos en un continente ocupando un punto céntrico, de donde han irradiado al Este y al Oeste. Es tambien evidente que son estos Atlantis los que con su bella patria, civilizada y rica, han dado lugar al mito tradicional de la caida del hombre, del paraiso perdido y del pecado original que trajo esas desgracias. La Atlántida y su civilizacion formaban un paraiso real, que se perdió para siempre con su hun-

dimiento bajo las olas, dejando en el mundo, en pos de su luz y de su cultura, solo tinieblas, barbarie y desiertos.

Las tradiciones concomitantes del diluvio y del arca de Noé, se comprenden tambien. Las naves que servían á los Atlantis para su vasto comercio debieron ser el medio para la salvacion de muchos, que son las familias Noachides de la tradicion. Por lo que es al grupo de las razas Mongoloide y Etiope, ellas son razas más distintas de la humanidad, formadas en extremos opuestos: la una en el polo, la otra entre los trópicos, probablemente en el continente destrozado, no hundido, de la Lemuria, que sería mejor llamarlo Wallace, de su investigador. El Malayo ha nacido tal vez de una mezcla de la raza Mongoloide y Etiope primitivas, ocupando el punto intermediario en que las dos razas, viniendo de rumbos opuestos, han debido encontrarse, combatirse, mezclarse y fusionar al fin. Esto no es negar la unidad del linaje humano, pues todo él tiene el mismo tronco y punto de partida, el Alalo de Hæckel, de cuya existencia Herodoto, el padre de la Historia, dá un testimonio evidente. Lo único que nuestra indicacion espresa es que las razas Mongoloides, Malayas, Etiopes y Hotentotes no han vivido en la Atlántida, y no proceden de ella por consiguiente. Los Mongoloides han debido descender del Polo Norte, de donde tambien han descendido los Arianos, pero viniendo tal vez de otra direccion. Si el hombre Mioceno ha existido como todo parece probarlo, él ha existido en las regiones polares, que en ese período gozaban de un clima primaveral, presentando bosques de tulíperos y de pinos jigantescos, de que tenemos testimonio en los lechos carboníferos de las tierras polares.

Al comenzar los hielos del período glacial, ocasionado por el estrechamiento repentino del disco del sol, debido á la formacion del último planeta, las razas humanas que han tenido su centro creacional en el Polo Norte, han debido emigrar á las regiones del Mediodía, como lo hicieron los Arianos, segun se halla expresamonte indicado en el Vendidad, uno de los libros del Zendavesta, la Biblia de los Iranianos. Las razas Etiopes y Malayas, nacidas ó aclimatadas en el Mediodía desde temprano, no tuvieron que emigrar, siendo por el contrario combatidas y subyugadas por las razas emigrantes del Norte, como aconteció en la India. ¿No es esta en realidad la única doctrina que los hechos geográficos, geológicos, tradicionales, é históricos de nuestro planeta y de la raza humana, permiten adoptar? De otro modo la historia es un laberinto inestricable, y una fuente de disputas y de contradicciones sin término. Los hechos, las tradiciones,

la lógica, he ahí las luces que deben guiarnos. Las imposiciones embusteras y supersticiosas no son aceptables para la ciencia; porque ó esta es la verdad, ó no es nada.

Los Indus, esto es, los Indo-Arianos venidos del polo, tienen sin embargo una cronología propia, que asustaba á los sábios de Europa del siglo pasado, y que se compone no de séries de siglos; como las cronologías aún las más avanzadas de los otros pueblos, sinó de centenares de millones de años. En este caso, la ciencia moderna ha probado que la cronología Indu se acerca más á la verdad que la cronología de los otros pueblos. El mundo, en solo su evolucion orgánica, siguiendo la ley de deposicion deducida por Lyell, tiene 600 millones de años, á los que habría que añadir 400 millones de años más como la duracion de su evolucion geogenética, hasta descender á los 50° centígrados de temperatura media, punto de partida de la evolucion orgánica. Entretanto, la cronología de los Indus llega creo á 350 millones de años. Este mayor acierto cronológico, no viene de la mayor ciencia, ni de la mayor antigüedad de los Indus: sinó de que su literatura y cosmogonia, es más primitiva,, más imaginativa y poética que la de otros pueblos menos favorablemente situados que ellos; y la imaginacion y la poesía, tienen como una intuicion profética de la verdad.

El error de los Indus está sobre todo, en ser supersticiosos, y en adorar á más de su Dios Brahma, á sus Sacerdotes los Brahamines; superstición que los hace inferiores á los negros fetichistas del Africa; pues á estos, si les propusiesen adorar á un hombre vivo, á un negro como ellos, se escandalizarían de tal propuesta, y se negarían á hacerlo por no ofender á sus fetiches. Pues bien, los Indus son inferiores á los negros más estúpidos y salvajes del interior del Africa, pues adoran hombres vivos en las personas de sus sacerdotes, con el pretesto de que son *vicarios* de la divinidad. De ahí su atraso, su degradacion, su inferioridad. Ellos se dejan llamar *rebaño* por sus pastores divinos, y se dejan cobardemente matar y esquilmar por ellos. De ahí el que los Indus sin dignidad, sean la presa del primero que quiera conquistarlos, Asirios, Persas, Portugueses, Holandeses, Ingleses, etc. Los Egipcios eran tambien supersticiosos y adoraban hasta los cocodrilos, creyendo con esto congraciarse con la divinidad. Pero Dios ha declarado por boca de su legislador Moisés, que él odia la superstición, y que el mayor crímen es la idolatría.

Entretanto el *steamer* infatigable, en su marcha incesante, ha dejado atrás los mares alborotados y resonantes de las zonas antárti-

cas; y nos acercamos, y muy luego navegaremos en los quietos mares azul y blanco, lázuli y plata, de los trópicos: llanura de záfir, engastada en un cielo de ópalo, móvil, quieta, suave, poética. Sin embargo, ella se irrita á veces bajo el tremendo soplo de los ciclones, y entónces su mansedumbre suave, se convierte en un furor loco y esterminador. Justamente un profeta cualquiera había predicho en Australia, para el 10 de Marzo, una tempestad, un ciclon espantoso que debía trastornar medio mundo. Consulta al astrónomo patentado; este contesta que en efecto, el sol, la luna y todos los grandes astros influyentes del cielo (los pequeños astros no se cuentan para nada, ni aún en el cielo) entran en conjuncion, siendo probable con este motivo, algun grueso sacudon atmosférico en las zonas ecuatoriales; pero que no asegura nada, y que la prediccion puede resultar faláz, pues las borrascas solo pueden preveerse con uno ó dos dias de anticipacion. A pesar de esa prediccion, nosotros navegamos sobre los mares más quietos y apacibles de la tierra, con el tiempo más bonancible; llega el 9, algunos supersticiosos tiemblan; llega el 10, un lijero viento que se levanta hace morir de espanto á las nodrizas; llega el 11, el tiempo y el mar cada vez más bonancible: no tenemos otros compañeros que algunas gaviotas, cuya sola presencia anuncian la permanencia del buen tiempo.

Por lo demás, sin una vela sobre el quieto y puro horizonte azul del mar; sin una nube gruesa, sobre el reposado firmamento de nacar: cielo de plata, mar de zafír, hé ahí el bicolor de nuestra bandera. Los marinos tambien visten uniforme de blanco y azul, que son sus colores simpáticos. En fin, contando con que los Prefetas humanos pueden ser creidos, aún sin ser exactos, esperamos prevenidos: el hombre marcha siempre con su catástrofe final á su lado. ¿Qué cosa hay más fragil que la vida humana, y aún que la vida en general? Nuestra existencia es solo prestada, y en el momento menos pensado nuestro inexorable acreedor puede presentarse. Hoy alegres, mañana tristes; hoy rebosando salud; mañana un puñado de polvo. Vida y muerte son inseparables, y tal vez de la vida, lo mejor es la muerte. El hombre sabio y justo, ó que solo sea bueno, no tiene por qué temer á la parca. ¿Qué es lo que al fin, la muerte nos arrebata? Algunos dias de trabajo, y sufrimiento. ¡Gran pérdida, por cierto!

Ya estamos bajo el tropico, y nuestro grande y poderoso *steamer* se desliza plácido, sereno y sin sacudidas; sobre un mar de un bello azul ultramarino de 3000 metros de profundidad; el mar es azul subido sobre un abismo de 4000 metros de profundidad; y sobre uno de 5000

el azul índigo marino se jaspea de sombras negras. Aún no sentimos calores; el sol se halla lejos de los dos trópicos y próximo á entrar en el ecuador en 10 dias más; la temperatura en que vivimos es igual y suave como la temperatura del paraiso terrenal, donde Eva es la madre de las bellas mujeres. ¿Y las feas? Esas han de ser hijas de su mal genio. Vivimos en medio de los mares, y con puertas y ventanas abiertas; nada por consiguiente, del nauseabundo *renfermée* de los camarotes cerrados, en los dias borrascosos: dormimos á la orilla de la onda mansa y arrulladora. Mientras duermo en la noche, me basta estirar la mano por la abierta ventana de mi camarote, para que la onda mugiente del abismo la salpique con su espuma: la vida, la naturaleza, el mar, todo en estos momentos es poesía, dulzura y calma.

Bueno, la naturaleza es una bella cosa; pero la sociedad humana puede ser tambien materia de estudios y observaciones interesantes. No somos personales; como escritores, jamás nos deshonraremos con personalidades, á que solo acuden escritores sin corazon, sin criterio y sin instruccion. Para nosotros, las personas son sagradas, como las propiedades: si se respeta la propiedad, con más razon debe respetarse la personas, esto es, la vida, la primera de todas las propiedades, ó el honor, que vale más que la vida. La prensa solo degenera en licencia, cuando degenera en personalidades; este es el gran crímen de la prensa en malas manos. Porque personal es la adulacion al poderoso, como el insulto al que está abajo; y tan funesta es una personalidad, como la otra. La prensa es el campo para la discucion de las ideas, de los principios, no de las personas. Las denuncias contra los delicuentes deben apoyarse en hechos, en pruebas, no en la venganza ó el despecho calumnioso. Por nuestra parte, nosotros atacaremos siempre lo malo, lo corrompido, lo desleal, lo funesto; pero repetaremos siempre las personas hasta donde es posible, sin violar la vindicta publica, ni la justicia. Son los malos principios, las malas instituciones, las malas leyes, las causas de los males sociales; y son las malas causas las que deben atacarse, mucho más que los malos efectos que de ellos nacen: ahora bien, las personas suelen ser generalmente efectos, no causas.

Hemos dicho que vamos á acometer estudios sociales, y ninguna parte es más favorable para esto, que en la vida confinada de á bordo. Allí acabamos todos por penetrarnos, por conocernos á fondo. El alma salta al semblante, á las ojos, á las maneras. Un carácter elevado y benévolo, se revela en todo, hasta en la decencia y dignidad del porte, no importa cual sea el físico. No se necesita ser bello para ser bueno,

y lo bueno siempre será bello á mis ojos. En la vida, lo que mayores sacrificios cuesta, es la bondad, y por eso es que nadie especula en ella, á no ser para esplotarla. Este temor hace reservadas algunas personas generosas. Entre tanto, el egoismo es exigente, y él empuña los derechos sociales, que él jamás llena, como una maza con que *asomme* á sus adversarios, que es todo el mundo. De ahí ciertos actos y caractéres inesplicados é inesplicables. ¿Es misantropía lo que induce á algunas personas á ofender ó menospresiar gentes que no conocen, y que pueden no merecer esos malos procedimientos? No! Es egoismo puro, y el egoismo puro es las más veces la estupidez. ¿Y los malignos? Una persona maligna es una calamidad social, sea que su malignidad se manifieste en chismes, intrigas ó malos oficios reales. Un maligno es una especie de monstruo ofensivo y odioso, como un zancudo, ó como un tábano. Su sociedad, y aún su presencia, debe huirse. Ciertas personas de carácter sencillo, no son para mi ridículas; todo lo contrario, ó son respetables ó dignas de lástima. Lo sencillo es lo natural, y nada más amable que la naturaleza. No es pues la bondad, la sencillez ni aún un egoismo comedido, lo que puede chocar en una sociedad; es más bien la intriga, la corrupcion, la malignidad, lo que ofende.

Cuando llegamos á Australia, la ilustrada prensa de aquel pais inglés, entre otras muchas cuestiones de interés general, tratadas de una manera maestra (en las colonias Inglesas no escribe el que tiene ganas, sinó el que sabe), se ocupaba de una cuestion social, el *larrikismo*. Esta palabra inglesa, *sui generis*, tal vez colonial y muy moderna, se podría traducir por *Pilluelismo*, si ambas palabras no tuviesen un valor distinto. El pilluelo francés ó español, es burlon, pero burlon con gracia, sin carecer de cierto fondo de bondad, de delicadeza y aún de valor. El mal, si mal hay, está en él en la superficie, no en el fondo. El *larrikin* inglés es de otro temple; él es un burlon, un burlon eterno, pero sin gracia, sin delicadeza, sin generosidad. El se burla de todo, de los malos como de los buenos, y de ahí el que no tenga corazon, ni gusto, ni medida para su chanzas. Es un pilluelo feroz, un tigre pichon, que desgarra torpe, groseramente y sin piedad á la víctima que le señala su propia malignidad, ó el odio interesado de alguna mano oculta, tan vil ó más vil que su instrumento. La prensa se quejaba de la inpunidad en que el gobierno dejaba el *larrikinismo*. Jóvenes entre 15 y 20 años celebraban sesiones permanentes en las calles más concurridas, en los paseos públicos, en los parques, en los templos y allí burlaban y ultrajaban con sus rechiflas de mal género á personas de todas las edades y sexos, que no eran de su parcialidad ó

simpatía. En los paises ingleses, la prensa tiene éco en el gobierno, en la opinion, en la magistratura, en todo: porque allí la prensa se conserva en una esfera elevada de cultura, y jamás desciende al terreno sucio de las personalidades. En esos dias una pandilla de *larrikines* estacionada en un parque, insultó á una señorita que pasaba despreciándolos; la corrieron, la alcanzaron, la estropearon, destrozaron cuanto llevaba, todo por vía de chanza y de chacota, por de contado. Pero la magistratura velaba; los larrikines fueron aprehendidos, juzgados y . . . condenados á trabajos forzados por 7 años. Pena severa, pero merecida por esos burlones. El *larrikinismo* se dió por advertido, y esa juventud haragana y maligna, fué á llevar sus burlas y tropelías de mal género á otra parte.

Y no se crea que esos larrikines malignos eran gente del bajo pueblo; nó. El bajo pueblo, chicos y grandes, jóvenes y viejos, tienen que trabajar para vivir. En las colonias inglesas no es permitido vivir de limosna, y el que roba vá irremisiblemente á presidio; los larrakines son generalmente hijos de familias decentes; que tienen cómo vivir; que estudian en los colegios, que hacen la rabona, y recorren las plazas y paseos divirtiéndose á costa del prójimo.

Pues tambien uno de esos larrikines, ó mejor, dos ó tres que se le han agregado (lo malo es pegajozo como la melcocha), vienen á bordo con sus padres ó tutores, y van sin duda á completar sus estudios á Londres. Los larrikines de alto copete (y bien poco se necesita para que estos gallitos alsen la cresta más de lo necesario), aspiran siempre á ser los leones en toda reunion donde predomina el elemento juveníl, como sucedía en nuestro *steamer;* levantan más la voz; ostentan ademanes más libres; no respetan nada y se ven siempre apoyados por todos los que sienten los mismos instintos y tendencias, hombres y mujeres de su edad, que admiran sus hazañas, como Cantagruel admiraba las hazañas de Gargantúa. Desde el principio el larrikin gefe pareció estudiar el terreno, sin avanzarse mucho. Reconocido este y apoyado por otros dos ó tres mozalvetes de tan poco seso, ó de menos seso que él, comenzó á desplegar su garganta, con gran acopio de carcajadas, iniciando la chacota. No conozco gente más desgraciada que aquella que se condena á vivir de la risa, de la sonrisa y de la carcajada, sin tener el fino talento de un Fígaro, ni la vena sarcástica de un Demócrito. Tiene que reirse siempre sin gracia, y que reirse de todo, aún de aquello que menos se presta á la risa; su propia mentecatez los encadena á la risa, y tienen que reirse siempre, aunque en realidad tengan más ganas de llorar ó de rabiar.

Desgraciadamente el vulgo de la humanidad se parece más bien á la majada de Panurgo, que á Panurgo su pastor. El rey de ellos es el miedo; no para odiar al tirano que lo inspira, sinó para sometérselo y adularlo servilmente. A estas gentes, la risa les inspira un miedo cerval. ¿Se rie un larrikin, este es un tonto de capirote? Pues todos largan la risa por temor de que se pueda creer que el larrikin se rie de ellos. Prefieren hacer creer que junto con el larrikin, ellos dan una broma á cualquiera, aunque todavía no saben á quien. Así el larrikin llega á imponérseles, á ser su director, su rey!.... Véase en lo que estriba el orígen de las grandezas y de las glorias de cierta especie. ¿La víctima? Puede ser este, aquel, cualquiera, todos. Todavía no lo sabe larrikin. El toma posesion de una fuerza, esto es, de una majada panúrgica. Despues se le ocurrirá contra quien ha de asestarla. Entretanto, no se trata sinó de jolgorio y chacota, y la honorable majada que no comprende nada del juego, ni de su objetivo, festeja las gracias insípidas al larrikin. Es preciso ser observador para tomar en su conjunto lo cómico de este manejo. Por la gracia pues, de su soberano larrikin, la majada está condenada á bordo en adelante, á reirse sin saber por qué, ni de quien; á reirse en cualquier momento, haya ó no gana de reirse; á reirse á troche y moche; á reirse siempre; á ser los *forzati* de la risa, toda vez que al reir larrikin se le antoje reirse, lo cual él hace á cada paso, sin ton ni son, venga ó no venga al caso.

¿Quereis el retrato de este alegre soberano? Pues bien, es un hombrecito grande, de tipo sajon, nariz entre ñata y respingada; ojos saltones; en fin, grande pata y grande oreja . . . . ya sabeis el refran. Su voz, aunque de un jóven de 22 años, manifiesta por su bronquedad haber tenido más de un contacto, no solo con el dios panzudo que sus compatriotas llaman Gambrinus, sinó tambien con ese dios que se destila del alambique y del maiz amohosado, que se llama *Wisckey*. Sus dos ó tres colaboradores y payasos son ciertamente más buenos mozos que él; más como la materia es siempre dominada por el espíritu, y larrikin tiene *espíritu* dentro (aunque solo sea de Wisckey) y audacia fuera, les impone su yugo y los domina, arrastrándoselos en su séquito.

Hé aquí una de las más notables hazañas de nuestro larrikin. Estamos comiendo. Larrikin traga golosinas todo el día, y no tiene apetito á la hora de comer. El pues se ocupa de hacer pelotillas de su pan con sus dedos sucios de cachimbo y pasados de Wisckey. Los proyectiles están fabricados; el bombardeo comienza, plaff: la primer pelotilla,

una negra bomba de á 80, vá á chocar con las respetables narices de una matrona, madre feliz de dos preciosas niñas; como la pelotilla ha sido lanzada á la distancia con una fuerza y una maestría verdaderamente larrikina, pica, y la dama instintivamente lleva la mano á la nariz para rascarse . . . ya sabeis, cada uno se rasca donde le pica. Risa de larrikin y de sus *clowns!* Risa general. La dama se pone colorada . . . y se rie. ¿No es una graciosa chanza de su amigo larrikin? ¡cómo enojarse con un rapazuelo tan encantador! Otra bomba! Cae en el plato de la niña mayor, que justamente estaba comiendo un bocado de su gusto . . . plato perdido, imposible de tocarlo. Risa de larrikin y de sus macacos; risa general; la interesada, disgustada de no poder saborear su bocado predilecto . . . acaba por reirse. Son tan chistosas las bufonadas de su amigo larrikin! Una tercer bomba, vá á dar á la calva de un viejo, que sorbía su caldo silenciosamente. El lleva la mano á la cabeza para hacer un reconocimiento . . . Risa de larrikin! Risa general. El viejo acaba tambien por reirse, haciendo una mueca. Como hay de gracia y de chiste fino en todo esto, ¿no es verdad? Pero la mayoría panúrgica se ha dado un gefe, un rey, y hay que aguantar las gracias de larrikin; más, hay que reirse de ellas, aún cuando hagan poca gracia.

Pero, me direis, qué mal hay en esa chuscarrería que viene á dar un poco de animacion y de alegría á esa sociedad Inglesa, tan acompasada, tan fría, tan esclava del formalismo ; en donde no es permitido ni reirse, ni moverse, ni hablarse fuerte ; donde en un salon ó en una mesa, una fila de convidados, ó mejor, las dos filas de convidados, se ocupan en mirarse unos á otros, en estudiarse unos á otros, en silencio, con muy poca benevolencia recíproca, haciendo *in petto* las más maliciosas observaciones, que se traducen en gestos ó en cuchicheos *saugrenues?* No, por cierto, no hay mal en el hecho desde que él se contenga dentro de ciertos límites. Pero los larrikines son muy audaces y malignos, y jamás su propósito ha sido el animar ó divertir *gratis* una sociedad fastidiada ó fastidiosa.

Tengo para mi que el *Punch* no inventa sus caricaturas ; las copia del natural. Larrikin es uno de esos tipos más populares del caricaturista espiritual de la Gran Bretaña. El sirve para representar el tipo *rough pure sangue*, tipo ya raro y que muy luego será una cosa extinta, del pasado. Es el mozalvete aturdido y calavera, correctamente vestido, pero el semblante audaz y el sombrero en la nuca. Nuestro larrikin, último sobreviviente de este tipo, es un hombre que se divierte sin duda, pero se divierte malignamente. El viene y se

sienta al lado de las personas ocupadas ó indiferentes ; habla con sus compinches, que lo siguen constantemente á todas partes, como sus ocho satélites siguen á Júpiter, con voz atronadora y ademanes descompasados, y rie de sus propios chistes, como si fuesen la quinta esencia del *sprit*, pero no con esa risa socarrona y espiritual, propia de los ingenios agudos; sinó con carcajadas estrañas, gruesas como las rocas desprendidas del Cáucaso ; más atronadoras que el Niágara; más lluviosas que una tromba de verano, y el todo con su acompañamiento, porque sus *clowns* se rien imitándolo.

En este caso, no queda más recurso á las víctimas que enviar el libro, el lápiz ó el papel á las narices de larrikin, ó á todos los diablos, que es la misma cosa, y saliendo para ir á tomar el fresco de cubierta. Sería ridículo ocuparse de larrikin con otro objeto que para reirse. El es el ser anti-serio y anti-filosófico por excelencia. La vida no es ya para él sinó una grande, una prolongada farsa, una arlequinada, una mueca y una zancadilla. Hay pues que tener paciencia y soportar: Larrikin manda. Se vé pues que larrikin no se límita á ser una figura divertida ; él se complace sobre todo en ser una figura pesada y fastidiosa, y hace pagar caras sus bufonadas. Puede contársele como una adicion á las doce plagas, no mencionada por Moisés ; un tábano, una vinchuca, todo lo que querais de desagradable; solo es divertido para la majada de Panurgo, que celebra sus gracias... de los dientes afuera. El se burla de los maridos delante de sus mujeres, y se toma familiaridades con las hijas á las barbas de los padres : ¿pero quién vá á decir nada al rey larrikin? la majada rie, aunque adentro rabie.

II

PECES VOLANTES.— TEORÍA ESTATICA Y CLIMATÉRICA DE LOS MARES. — CELAGES Y PERSPECTIVAS.—LLEGADA A CEYLAN.—PRIMERAS IMPRESIONES.

Ahora navegamos en los mares intertropicales : una nube compasiva nos suaviza el caldente sol ; una fresca brisa dá aire á nuestros fatigados pulmones. Los peces volantes se cruzan por bandadas sobre la onda azul ; estos peces no son grandes y morenos como los del Pa–

cífico; son pequeños y plateados como los del Atlántico, pero con el lomo más oscuro. Y á propósito de peces voladores, nuestros lectores argentinos nos van á permitir una digresion, destinada sobre todo para ellos, que son muy poco marinos, y que entienden aún menos de peces, si no es para saborearse con las esquísitas truchas, pejereyes ó dorados de nuestro país. Ellos se asombrarán al saber que hay peces que vuelan como las aves; porque la gente mediterránea solo está acostumbrada á asociar la idea de vuelo con las aves. Entretanto, á parte de la innumerable tribu de los insectos hay muchos, aún de los animales más elevados, que gozan de este medio de locomocion; mientras existen verdaderas aves como el Pengüin (pájaro niño), el avestruz y anterix, que son completamente incapaces de volar. Hay además entre los mamíferos, el órden de los cheirópteros ó murciégalos, cuyos miembros dependen completamente de sus alas para su subsistencia; mientras hay otras, como la zorra volante de Australia, que se hallan provistas de una membrana que ligan las patas delanteras con las traseras y que sirviendo á manera de paracaida, la habilita para practicar con facilidad prolongados saltos.

En nuestra edad no se conocen ya reptiles voladores; pues el llamado dragon volante, solo posee un doblez de piel que se estiende á sus costados y le sirve de paracaida. No obstante, si remontamos á las edades geológicas, encontraremos fósiles una gran variedad de saurios voladores, llamados Pterodactilos, y los cuales variaban en tamaño desde 18 pulgadas hasta 18 pies (desde $^1/_2$ metro hasta 6 metros), de estension de sus alas, cuando abiertas. No se conocen batracianos que puedan volar, ni hay tampoco vestigios de que hayan existido; pero se sabe de un curioso zapo ó rana de árbol, habitante de los bosque de Borneo, descubierto por Mr. Wallace, cuyos pulgares prodigiosamente prolongados, sostienen una membrana de tal estension, que con las patas estendidas, este pequeño ser desciende desde la corona de un árbol hasta el suelo con una perfecta seguridad. Si han habido grandes dragones, esto es, crocodilos volantes, y hay aún hoy zorras volantes, y zapos que vuelan, la posibilidad de que los peces vuelen se hace menos increible.

En efecto, el pez para volar, tiene que salir del agua, su elemento, á otro, el aire, que le es antipático y con las alas mojadas por el elemento en que vive, volar por el aire: y este al parecer prodigio, tiene sin embargo lugar todos los dias en el mar, y es muy comun por el número y la variedad de las especies. Los isleños del Pacífico, donde es muy abundante el pez volador, han arbitrado mil medios para su

pesca, y es uno de los elementos de su subsistencia. Sin embargo, de esos peces llamados voladores, no se puede decir que vuelan como las aves, ni siquiera que floten en el aire á la manera de la ardilla voladora. Estos peces pertenecen á dos grupos muy diversos, el primero de los cuales, que cuenta unas 40 especies, se halla representado por el pez volador comun (*Exococtus volitans*). Las aletas pectorales de este pez, son puntiagudas y muy largas, llegando hasta la cola cuando plegadas contra el cuerpo. Los rayos de las aletas son tiesos, y estendidas estas presentan mucho asidero al aire. Algunos creen que este pescado no hace sinó saltar fuera del agua; pero nosotros que lo hemos visto volar frecuentemente y por largo espacio, revoloteando sobre las olas en el Atlántico, creemos que usa de sus aletas como las aves, y su configuracion muscular así lo prueba. Esto no quiere decir que no haya especies, sobre todo en el Pacífico, que se limitan á dar grandes saltos sobre la superficie del mar. Esto sucede sobre todo con los de mayor tamaño. Ya hemos indicado que el pez volador del Atlántico es plateado y azulado en la espalda; y como suele volar en cantidad, hasta cierta distancia, parece una bandada de mariposas plateadas. Se halla cubierto de grandes escamas, que se desprenden fácilmente como en el arenque. Abundan en las Antillas, donde los pescan para alimento. Hay tambien otra especie que abunda en el Pacífico y que los isleños que la pescan en cantidades, emplean con el mismo objeto.

El segundo grupo se compone del *Pez Gurnard* volador, del que solo se conocen las tres especies que habitan el océano Indico, donde se halla la especie que hemos indicado, la del Meditirráneo, y otra en el Atlántico tropical. La especie del Mediterráneo, de que hablaremos al navegar por él, es el *Dactylopterus volitans*, la más conocida. El gurnard volador es un pescado de mayor tamaño que el otro del Atlántico, segun lo hemos observado ya, pues mide hasta un pié, y aún 18 pulgadas de largo. Al mismo tiempo los rayos de sus aletas son más delgados; asi es que este pescado solo puede dar volidos cortos, y tierno no puede volar. Este pez se halla dotado de espléndidos colores, siendo carmesí arriba y castaño abajo; mientras la cola es de un tinte violeta y las aletas de un verde oliva sombrío, jaspeado de azul. Su cuerpo se presenta cubierto con escamas espesas afiladas, y se halla armado de dos espinas que se proyectan para atrás de cada costado de la cabeza; pero en despecho de esta armadura defensiva, el gurnard es comido por el bonito y el delfin. Los hombres sin embargo, lo tienen en muy pequeña estimacion á

causa de la viscosidad y sequedad de su carne, y aún cuando á menudo se le encuentra en grandes cantidades, rara vez se le captura.

La llanura azul sigue plácida: estamos en las pampas del océano, despues de haber atravezado sus montañas en el Océano Austral; y sus ondulaciones y lomages entre Glenelg y *Naturaliste Cape*: ya estamos en el 12 de Marzo, y es el astrónomo el que tiene la razon, no el adivino. El tiempo es de una calma deliciosa, y como el *steamer* marcha con la botas de siete leguas de Pulgarcillo, pronto habremos pasado de un hemisferio á otro. Muy luego nos aproximamos en efecto, á la zona del calor y de las perpétuas nubes ó lluvias, que en el mar, constituyen la verdadera zona equinoccial, y que como hemos dicho en otra parte, se estiende de los 10° á 12° de latitud, á uno y otro lado del ecuador. El mar sigue siempre con ese azul subido que marca las grandes profundidades: pero ya no es esa llanura apacible de lázuli, que el céfiro risa y donde las brisas juguetean. Es un vasto mar ebullente, animado por no sabemos qué espíritu misterioso que lo agita; porque viento no se siente, y él se presenta no obstante agitado y espumante; sin formar grandes olas, pero debatiendoso inquieto no sabemos bajo qué presiones misteriosas. El cielo se muestra en esa zona siempre encapotado y cargado de vapores; esta es una felicidad; sin ese toldo amigo y refrescante; sin esa agitacion ebullente, incesante, producida tal vez por las ráfagas del viento Este (cuyas causas ya hemos esplicado en otra parte), el sol y el calor nos devorarían. ¡Cuán bellas, cuán grandes, cuán seguras son las leyes generales que gobiernan la naturaleza! Ellas son invariables y no están de ningun modo sujetas al capricho de los elementos, segun se creía y aún se cree por gentes ignorantes y preocupadas, que no son pocas, á pesar del esplendor con que brilla el sol de las ciencias. Hay leyes que gobiernan la naturaleza y el Universo, y de que la naturaleza y el Universo no se departen jamás.

Entre esas leyes inmutables debe contarse la gran ley entre todas, la gravedad, que atrae todos los objetos hácia su centro. Sin esta ley, el universo creado no existiría sinó en forma de caos, y soles y mundos se disiparían informes é invisibles en el espacio. Nosotros todos andamos y nos movemos en realidad patas arriba, sobre un abismo infinito, como las moscas que marchan sobre nuestro cielo raso. Lo único que nos mantiene adheridos y nos hace permanecer sobre la superficie terrestre, es la gravedad. Sin esa ley, el abismo del espacio nos absorbería y disiparía. Nosotros pues, nuestra nave, nos movemos, somos arrastrados entre dos abismos, el mar terreno, el mar de roca

liquida, y el mar del infinito, el espacio. Pero esa ley de la atraccion es dual, como todas las leyes físicas del universo. Por un lado ella nos atrae, por otro ella nos repele, como el afecto de una coqueta, que no es otra cosa que la mujer al natural, la mujer verdadera. Esas dos atracciones, la centrípeta y la centrífuga, conservan todo en su lugar y permite á los mundos y á los séres vivos, moverse en sus órbitas respectivas, asterales las unas, evolutivas las otras. Haeckel en su obra admirable, la *Creacion Natural*, haciendo aplicacion de las doctrinas de Darwin, ese Edipo moderno que ha resuelto el enigma de la esfinge y alzado el velo que cubría la misteriosa Isis, la naturaleza, que ningun otro mortal había levantado antes que él; asegura y demuestra que todos los fenómenos del universo pueden reducirse á la accion de las fuerzas, la atraccion centrípeta y centrífuga.

El amor es la atraccion centrípeta; la formacion, el desarrollo de los séres, es la atraccion centrífuga. La primera, la atraccion centrípeta, hace que nos parezcamos á nuestros padres; la segunda, la centrífuga, hace que obedeciendo á la ley de la adaptacion circunstancial, nos diferenciemos de ellos, porque en la naturaleza no existe una cosa como un ser completamente semejante á otro; ni aún las hojas de un mismo árbol, son idénticas unas con otras. Ahora bien, las diferencias se van acentuando con los años y con la distancia. De ahí el transformismo y la degeneracion de una especie en otras, siguiendo las leyes de la evolucion, concretadas en el dualismo de esa ley fundamental. El transformismo está probado, no solo por los fósiles, que es la historia orgánica de la tierra escrita por sí misma, esto es, escrita automáticamente, como los instrumentos meteorológicos de Draper; que señalan y marcan ellos mismos sus narraciones; sinó tambien por los hechos actuales, por los hechos diarios, constantes y evidentes del mundo.

El hombre de hoy, no es el hombre de ayer. Comparad el retrato de un hombre moderno, con el de un hombre de la edad media: en lo moral, como en lo físico, la diferencia es inmensa. El primero es un bárbaro por su inteligencia tenebrosa, que se revela en sus rasgos; sus supersticiones, sus pasiones salvajes se ven tambien en sus facciones, en su frente estrecha; el segundo es un ser culto, apacible, que reflexiona, que piensa; y su moderacion y su inteligencia se leen en sus facciones. En él se nota un ser, sinó perfecto, perfectible, que desprecia las supersticiones como marcas despreciables de ignorancia y de atrazo. Esa es una transformacion verdadera en lo físico, como en lo moral: los museos de pinturas, son justamente como los museos de

fósiles; están con el tiempo destinados, á revelarnos y marcar la evolucion gradual y diferencial de esta transformacion.

Volviendo á nuestro derrotero, si el lector quiere recordarlo, sabrá que esta es la tercera vez que en este viaje pasamos el ecuador. Todas estas vueltas hemos debido darlas porque en la época de nuestro viaje, 1882 y principios de 1883, no existía línea circular de comunicacion directa entre las diversas regiones pobladas del hemisferio Austral, esto es, entre las tres puntas continentales que se avanzan en él. El hemisferio boreal monopolizaba entónces las líneas de intercomunicacion circulares en torno de nuestro planeta. Hoy ya existen comunicaciones directas entre Nueva Zelanda y Europa, por el Estrecho de Magallanes ó el cabo de Hornos. Entónces aún no había líneas regulares de comunicacion, por ejemplo, entre las Colonias Australianas y Buenos Aires, ó entre Buenos Aires y el Cabo de Buena Esperanza, Madagascar, Tasmania ó la Australia Occidental. Hemos tenido forzosamente que tomar el itinerario que conocen nuestros lectores y que condena á pasar cuatro veces el Ecuador; y tres veces la peligrosa boca de la Bahia de Biscaya, siempre dispuesta á tragarse los buques que de Inglaterra pasan á Sud América ó vice-versa.

Pues bien, las tres veces que hemos pasado el Ecuador en este viage (ya vendrá la cuarta), hemos hallado constantes las leyes que gobiernan las diversas zonas marítimas de nuestro planeta, á saber: mares convulsos, erizados, empingorotados en las regiones más inmediatas á los polos; zonas que se podría considerar como formando los Alpes fluidos del globo; la mansion de Eolo y de las tempestades; mares agitados, pero solo ondulados en las zonas templadas, region de las lomas líquidas, como si dijéramos; mares alisados y mares como una llanura, bajo los trópicos; propiamente mares praderas, mares pampas, que tienen hasta su cañadas y ciénagos, allí donde las calmas son más absolutas y constantes, por lo cual los hemos llamado mares de arrope, ó mejor, de vitriolo azul. Por último, mares ebullentes, pero no bravíos (escepto en el caso de un ciclon), constante pero suavemente agitados por el viento Este, con nubes y chubascos constantes en la zona equinoccial. Traduciendo éste en un lenguage marino menos poético, y más práctico; mares agitados por los grandes vientos cardinales en los estremos; mares encrespados por los *trade-winds*, vientos alisios, en los medios; mares de las dulces y señolientas calmas en los trópicos; y mares ebullentes por el viento Este, de cuya causa hemos hablado en otra parte, bajo el Ecuador. El espectáculo y la temperatura son uniformes y constantes en cada zona, con solo las

variaciones inevitables que producen los cambios del tiempo y de las estaciones durante la marcha del sol entre los dos trópicos. Frio más arriba de los 40° de latitud; fresco sin frio, entre los 40° y los 22° de latitud; aire y aguas marinas tibias, suave temperatura, entre los 22° y los 11° de latitud; calor, calor insoportable á veces entre los 11° y los 0° á uno y otro lado del Ecuador. Esto es suponiendo al sol en el centro, esto es, en la línea equinoccial, como ahora en el equinoccio por ejemplo. Cuando el sol se halla en su puntos solsticiales, ó en su marcha alternativa hácia ellos, la accion de la temperatura cuyo máximo acompaña siempre al sol en su marcha, varía un tanto. Pero no altera en el fondo las condiciones normales climatéricas y físicas que acabamos de señalar.

Hé aquí que en estos momentos pasamos la línea (recuérdese que este es mi diario de á bordo, con las observaciones y reflexiones que voy haciendo durante la marcha, aunque no está erizado de fechas, cifras y rumbos en abreviatura, como los diarios ordinarios; pero yo jamás copio, esto es, jamás imito como el mono, lo que otros hacen), esto es, el Ecuador, cuyo centro ocupa el Sol; nos hallamos en la zona más cálida de la tierra, en el centro mismo de la zona equinoccial, de la gran region tórrida del globo, en la cual, como en los polos de frio, no se puede pensar sin estremecerse. Esos dos extremos asustantes de temperatura, nos hacen acordar de otros dos extremos asustantes, la luz y las tinieblas, el dia y la noche. El hombre debe ser un ser de equilibrio, porque á él no le gustan los estremos y no puede vivir sinó en los medios. Y sin embargo, la adaptacion puede hacer soportables los extremos, porque hay seres que viven en la noche eterna de las minas de carbon: y seres que viven en el dia eterno de las hornallas de las fraguas y de las máquinas de vapor. En las regiones equinocciales, nubes casi constantes, frescas brisas y chubascos instantáneos, que no cesan y se repiten á cada paso, pues esta es la region de los perpétuos aguaceros, lo mismo que del perpétuo calor, hacen tolerable una temperatura que de otro modo sería insoportable.

La llanura marítima, de un bello azul gualda, reposa magestuosamente en su mole, sin dejar de esperimentar en su superficie esa agitacion sorda, rugiente, que caracteriza los marés ebullentes de las regiones ecuatoriales. Pececillos alados, vuelan á larga distancia por sobre las ondas marítimas quietas y agitadas á un tiempo, llana, equilibrada, igual; pero vacilante, inquieta, móvil, como una alma que duda. El mar, como aquel filósofo que decía: *cogito, ergo sum*, debe decirse á sí mismo: *me muevo, luego existo!* Todas las veces

que he pasado la zona tórrida, no la he encontrado de un calor constante; las nubes diluvian por chaparrones y refrescan; las blancas nubes del Ecuador solo descubren al sol por momentos y vuelven á taparlo, como los blancos velos que cubren y descubren el hechicero rostro de una odalisca oriental. Así el calor es tambien por ráfagas y un rato de bochorno, es sucedido siempre por una fresca brisa. El color del mar no es tampoco uniforme en esta zona; por dos ó tres dias hemos tenido un mar sombrío, un mar de 4000 á 5000 metros de profundidad. Ahora bajo la misma línea, su color se aclara y resplandece.

Dos cosas encuentro yo admirables en estos horizontes marítimos, que jamás me canso de contemplar. Con el pié, con el estómago de marino (jamás vacilo en mi andar á bordo, y menos me mareo) he recibido el instinto de los placeres ideales del mar. De esas dos cosas, la primera es la esfericidad visible, patente de la tierra: el inmenso globo se diseña en sus contornos al ojo, con sus curvas planetarias, en un relieve perfecto; y no se comprende cómo los antiguos romanos que creian la tierra un llano fijo, con los astros girando en su contorno, han podido inventar esta expresion de un tan profundo significado: *Orbis terræ*. ¿Conocían ellos el significado de esta expresion, que hallamos en sus escritores clásicos, Ciceron, Virgilio, Lucrecio, etc? De seguro que no, puesto que sus ideas cosmográficas no pasaban del tipo más simple de Ptolomeo. Esa expresion perdió indudablemente su verdadero sentido, si es que alguna vez se le dió, al pasar por el ergotismo escolástico y bárbaro de la edad media. Y sin embargo, tal vez de esa sola expresion pudo el gran talento inductivo de Colon, deducir la forma terrestre y la probabilidad, más que esto, la certidumbre de encontrar las Indias ó tierras desconocidas, navegando al Oeste. Los biógrafos del gran genovés (los corsos disputan hoy á Génova esta gloria) no le hacen ninguna justicia al suponer que en un viaje al Norte, él pudo tratar á Scandinavos, conocedores de la Vinlandia Norte Americana. Todo esto es soberanamente improbable y Colon no ha podido conversar con los marinos islandeses y noruegos, simplemente porque no conocía su idioma lo bastante para hablarlo familiarmente. Sin embargo, Cristóbal Colon era un sábio, un erudito, como lo prueban sus cartas; y él no podía ignorar las obras geográficas de Ptolomeo y Strabon, en donde el *Orbis terræ* de la version latina de esos escritores griegos, es como una antorcha para el marino pensador. Porque es imposible navegar en un mar cualquiera, ni aún en el Mediterráneo, alejado un poco de las costas,

sin que al contemplar el horizonte convexo, redondo, visiblemente orbicular del mar, no surja esta idea: *Orbis terræ.*

El *orbis* se diseña en el llano marítimo, con los mismos matices de la luz y de la sombra que se diseñara para un individuo parado sobre una gran bola de marfil ó de metal. Lo mismo sucede con el orbe de la luna, sobre el cielo transparente de los trópicos, en la atmósfera marítima. El *orbis* se distingue en el aparente disco tambien, que se percibe en todo el conjunto de su forma esférica, pues la transparencia del aire permite ver á un tiempo la parte alumbrada, y la no alumbrada del orbe lunar, formando un globo esférico perfectamente discernible. Es una cosa evidente, palpable al ojo en su relieve positivo. La ignorancia de los fabricadores de supersticiones, y el fin interesado de sus supercherías, queda puesto en evidencia al ojo menos observador y más prevenido; y la lógica de esos hechos palpables de una parte del universo, se estiende al universo entero. Si hay planetas, y la tierra es uno de ellos, que giran al rededor del Sol; los otros soles del universo, las estrellas, deben tener necesariamente tambien, por una consecuencia natural y lógica, orbes planetarios con su atmósfera, sus mares, sus continentes, sus habitantes; y los espacios del infinito se pueblan de brillantes soles y de mundos habitados. Y que el sábio Jordano Bruno haya sido calumniado, perseguido y quemado vivo, por haber pensado y dicho esto, que ahora todos pensamos y decimos, inclusos sus verdugos, el Papa y sus frailes, es una cosa que nunca será suficientemente deplorada.

La gerarquía sacerdotal que hoy nos domina, gracias á influencias del confesonario y de indignos cálculos políticos, de gentes que se dicen hombres de estado, y que están muy lejos de ser tales, tuvo la feroz audacia de *quemar vivo un sábio* por haber dicho una verdad, que hoy confiesan y declaran los mismos que han sido causa de su persecucion y muerte. Y es la hez de los ambiciosos, subidos de los muladares sociales, los que dan armas á esos fautores patentados é interesados de ignorancia y supersticion, para perseguir la ciencia, la verdad, la luz, y mantener el mundo (que ellos usufructan clandestinamente) en las tinieblas! Cuán villanos son esos soeces ambiciosos, que arman el fanatismo ignorante, interesado é hipócrita, para mantener en la ignorancia, el atraso y la ruina á naciones y razas que han sido antes la luz y el centro del mundo, y que hoy son su hez más ruin! Son ellos los que han hecho á las naciones latinas adoptar la supersticion y el oscurantismo por enseña, en el mismo momento en que los otros pueblos y razas, libres de alma y de cuerpo,

manejan la ciencia, la luz y la industria, que dá el poder y la supremacia! Y esto dura todavía, y la ambicion no se sacia y la hipocresía no se fatiga de su obra de ruina y de mal: porque no hay peor ciego, que el que no quiere ver.

El otro fenómeno tan grandioso como hechicero de los horizontes marítimos, son las blancas nubes meridianas, y los celages del sol naciente y del sol poniente. Ya en capítulos anteriores hemos descrito los diferentes aspectos y fisonomías del mar. Aquí nos toca describir los diferentes aspectos y fisonomías del cielo marítimo. ¿Una nube qué os parece que es? ¿Un simple vapor vesicular desparramado por el aire? ¡No! Las nubes son generalmente masas, conjuntos de vapores de forma globular, sea elíptica ó prolongada, ó irregular como en los cúmulos. Esta forma dada, y los matices de sombra y de luz de las nubes cirrosas, cumulosas y nimbosas lo indican suficientemente, el fenomeno eléctrico y acústico del rayo, quedan esplicados, y no problemáticos como la inteligencia confusa de ciertos autores de meteorología y física los hacen aparecer. Las partículas del vapor acuoso, es sabido, son ellas mismas vesículas (esto es, pequeñas vejiguillas ó glóbulos) que cuando se encuentran en el aire en suficiente cantidad, se reunen por la mútua afinidad y atraccion, y forman en masa, moles globulares y cóncavas, como sus componentes en detalle. Estas vesículas (que son los átomos del vapor acuoso condensado) están cargadas de electricidad y de calórico. Al reunirse por la atraccion natural los cuerpos afines se estrechan, se entregan, la electricidad se desprende, las dos electricidades puestas en accion, se combinan, se inflaman y estallan; la inflamacion es el relámpago; el estallido, repercutido de cavidad en cavidad, de una capa de vapores en otra, resuena en prolongados ecos, estendiéndose en el interior de las masas globulares de vapores; de ahí el trueno y su repercusion.

La electricidad, al estallar, disuelve las vesículas que, una vez desprendido su calórico y electricidad, quedan reducidas á gotas condensadas de agua que se precipitan, no pudiendo en este estado mantenerse flotantes en el aire, como los vapores vesiculares sin condensar. ¿Hay nada más claro, sencillo y comprensible que esto? Todos los fenómenos de la naturaleza son de la misma claridad y sencillez sublime. Pues bien, al caer la tarde, en los horizontes del cielo marítimo, las nubes se aglomeran en formas fantásticas, llevadas por las atracciones magnéticas, del lado por donde el sol sale, ó se pone. Son los cortesanos de su excelencia el espléndido sol, que lo acompañan en su *lever* ó en su *coucher*. En pago de su galantería, ellos reciben en sus

ropages vaporosos, los más espléndidos matices, las más ricas pedrerías, púrpura, oro, jacinto, záfiro, topacio, todos los esplendores, todos los brillos de la tierra y del cielo, formando á manera de fantásticas y ricas orlas y bordados. La llanura de lazuli del mar, remeda su gloria, tiñendo sus ondas, lívidas de envidia y de rabia, con los reflejos de sus tornasoles y púrpuras; y el cielo de un celeste puro en el zenit, se regocija asumiendo los más vivos matices zafirinos; danza al compas del zéfiro, llamando á las estrellas al espectáculo. Estas, tardías por la enorme distancia de sus viviendas, acuden en las tinieblas, que ayudan á sus luces diamantinas, y cuando ya el espectáculo que ha desaparecido en parte, está próximo á desvanecerse del todo.

Las formas de las nubes son generalmente fantásticas; pero á veces son tambien significativas. Recuerdo hace algunos años, me hallaba de paseo en una estancia del interior Argentino cuyos campos los constituían bosques formados por el algarrobo indígena, la retama y el *celtis tala*, otro árbol indígena. Tambien contenía praderas pastosas, con grandes represas de algunos miles de pipas. En estancias sin aguas corrrientes, ni manantiales, el único tesoro y por consiguiente, el único deseo del dueño, es el agua, sea del cielo, ó del infierno, en forma de los pozos surjentes de agua de las corrientes inferiores. Como la lluvia es lo más barato, los estancieros de travesía la piden á Dios, á los santos, al cielo, á la nube que pasa. Pero las nubes (que si son dóciles al verdadero Dios, al autor de la ley y de la creacion, que la ley ha engendrado, son rebeldes á los ídolos perversos que los hombres nos hemos forjados, ó que nos han forjados nuestros sacerdotes interesados en la materia), indóciles al Dios Papa, á los santos frailes y al cielo católico, pasan y pasan sin enviar la lluvia deseada. Estas nubes pasan, unas en forma de grandes águilas; de dragones monstruosos; de batallones de infantería; de escuadrones de caballería; de naves; de hombres; de Venus hechiceras, de altos senos flotantes en los aires. Hasta un día, era esto en el año 1880, reconocí en las nubes el perfil perfectamente diseñado de Gambetta, con su bonete y su ropage de abogado francés. El era entónces presidente de la cámara francesa, y esta aparicion fantástica (yo que tenía alguna esperiencia de los augurios de las nubes), lo tomé por un anuncio de su próxima elevacion al poder, y . . . caida, porque no hay nada más deleznable que la elevacion anunciada por un vago perfil de nube.

Recuerdo de la risa sarcástica del célebre viagero Scytha Anacarsis, cuando al recorrer la Palatina, veía á los hebreos parados en sus puertas y en las plazas públicas, estudiando las formas fantásticas de las

nubes. El los tomó por un pueblo de mentecatos; y sin embargo, las nubes tienen sus figuras y sus perfiles, y. . . sus augurios. Pues bien, todas esas formas indicadas de nubes, no dejaban escapar una gota de agua. Más un día, una nube en forma de ballena, venida de las misteriosas regiones donde el sol se pone, que en nuestro interior es del lado donde se alzan las altas Cordilleras andinas, y á los piés de ellas, las llanuras móviles y sin riberas del Pacífico; una nube venida de esa direccion, decímos, en forma de una ballena muy bien diseñada, proyectando por sus espiráculos, chorros de electricidad y truenos, en vez de agua, trajo la lluvia deseada. En adelante, cada vez que veíamos á la ballena aparecer, estabamos seguros traía en su vientre, una rica y fecundante lluvia. Se vé, pues, cómo hay nubes fantásticas y tambien nubes significativas.

Los Indus de nuestro bordo, yo los hé mirado y estudiado bien. Traen una mujer entre ellos; por su color, por su voz, par su aire, por sus facciones, por sus formas, hasta por sus maneras, son perfectamente idénticos con los indígenas domesticados de nuestro interior argentino; es una verdadera india (no china, pues los chinos son en nuestro país, de raza pampa, estė es, mongolóide), cordobesa, ó santiagueña, ó riojana, de esas que generalmente en las provincias, se hallan consagradas al servicio doméstico: la identidad de la raza es indudable, por su costado kanaka ó malayo; ó si se adoptan nuestras ideas, por los rasgos del tipo primitivo que, en la Atlántida, formaban el tronco de todas las razas occidentales del mundo, incluso la India. La semejanza vendría entónces desde el tronco, y no sería necesario ir á rastrear su orígen en emigraciones casi imposibles de Sud Asiáticos, que ellos mismos han venido muy recientemente de Occidente, y que solo se han establecido en la India en 1500 antes de Jesu-Cristo; en una época en que la América tenía ya ciudades é imperio de 2500 años de data, por la parte que menos, como lo testifican sus ruinas, monumentos é inscripciones geroglíficas más antiguas. El idioma mismo tiene algo de semejante con el Quíchua de Santiago del Estero, ó con el Aymará del Alto Perú; y un sabio aleman, el Dr. Falb, que durante muchos años ha estudiado los idiomas Quíchua y Aymará, bajo el punto de vista filológico y etnográfico, ha encontrado una similitud de raices entre los antiguos idiomas del Alto Perú y el Arábigo; habiendo esta misma similitud sidodemostrada entre el Quíchua y el Sanscrito por el Dr. D. Francisco Fidel Lopez, de Buenos Aires. El Sanscrito, como es sabido, es el idioma sagrado ó antiguo de los Indus (como el latin entre nosotros).

Estos Indus tienen un gefe que se distingue por una inmensa y delgada cadena de plata, á la que está adherida su pito de contramaestre. Esta inmensa cadena le rodea con muchas vueltas el cuello, colgando en largas ondas hasta más abajo de la barriga. Es una cadena de algunas millas de largo. La cadena y el pito se esplican; pero no me esplico su inmensa é innecesaria estension, á no ser que sea el resultado del lujo bárbaro de los Orientales adictos á los adornos estravagantes. Representa para mí, la larguísima esclavitud de esa raza infortunada, que todas las naciones han conquistado y subyugado sucesivamente, porque sus sacerdotes han hecho de ella, como tratan de hacer de nosotros los católicos ultramontanos, no una comunidad de hombres, sinó un rebaño de ganados, con cuya lana y vida trafican. Porque ellos son lo que sus sacerdotes, que se dicen *Pastores*, quieren hacer de ellos, un rebaño de carneros sin pensamiento, ni voluntad propia. Ahora bien los rebaños, y sobre todo los rebaños humanos, se adquieren fácilmente, por la compra ó por la violencia, de sus dueños, sin resistencia de parte de ellos. Nuestro Papa ha dispuesto de la Polonia, la Austria, la Baviera, la Francia, la Irlanda, rebaños católicos á sus disponibilidad; y ahora anda buscando el mayor postor para disponer de la Italia, la España, el Portugal, los Estados de América, el Brasil, estados que son más católicos que el Papa, y de los cuales él puede disponer como dueño absoluto. Ellos son menos que carneros, son los pescados ya envueltos en las redes del pescador San Pedro, prontos para ser espedidos y ofrecidos á la *criee*, al mayor ofertante. Los postores son Bismark, el mayor amigo del Papa; el Czar de Rusia, la Inglaterra, etc. No tratamos de disputar al Papa rebaños que son su propiedad. No hacemos sinó constatar un hecho evidente, no para el uso de los interesados, los cuales son más católicos que el Papa, y se ofenderán de nuestra franqueza, siguiendo más que nunca adheridos á su fé carnerina ó ictiófina; sinó para el uso de los indiferentes, ó de los espectadores.

Por lo que es á la India, nacion hoy de 260 millones de almas, ella está bien amaestrada al yugo por su clero, los Brahmines, que la han entregado sucesivamente, nó á dinero contante como el Papa, sinó al miedo, no solo al puñado de Europeos inteligentes que hoy la gobierna, sinó á puñados de todo género de razas, Arianos, Persas, Griegos, Mongoles, en la antiguedad y la Edad Media; y sucesivamente á Mahometanos, Portugueses, Horlandeses, Ingleses, etc., en la edad moderna. ¿Es cobarde esa raza que se deja someter por el primer venido? Tal vez no; ella ha dado pruebas de valor físico y moral

en muchas ocasiones. Es únicamente porque es una raza supersticiosa, desunida y egoista, que ha entregado su alma, esto es, su pensamiento, su libertad, á su clero; y su cuerpo, á todo el que quiere mandarlo. Hé ahí las causas de su inferioridad y que la hacen víctima de todas las dominaciones estrañas. Es una raza sabia para cultivar la vida futura, abnegándose á todas las supersticiones; pero que no sabe cultivar la vida presente, real, que deside del porvenir. Es una raza que ama la haraganería, y que necesita amos que la hagan trabajar por la fuerza; pues en esta vida, el que no trabaja por su propio deber y voluntad, tiene al fin que someterse á la necesidad del trabajo por la fuerza, para un amo. Esa raza vive en un mundo fantástico, esto es, con un gran miedo del infierno, y una gran esperanza de la gloria; mientras deja á sus amos robarle todos los bienes positivos y presentes, contentándose con la promesa que le hacen sus Sacerdotes, de indemnizarlos en la otra vida. Así, de todos sus vicios, el vicio más funesto para esta infeliz raza, son sus supersticiones.

¿Son ellos séres racionales y conscientes? Dios les dió indudablemente la razon, como á todo ser humano; pero ellos han renegado, han abjurado la luz de su razon, cerrando los ojos para adoptar ciegamente la fé que sus Sacerdotes, sus Brahmines, les enseñan. Pero establezcamos primero lo que es la razon que esos hombres desprecian, y que es la *fé*, por lo que han hecho abjuracion de su razon. La razon es la conciencia de sí mismo, de la existencia del deber, del derecho, de la justicia, de la verdad. Es el dote por excelencia, que distingue al hombre de los animales; razon que hace al hombre lo que es en las naciones poderosas y libres, como Inglaterra, Alemania, etc., esto es, un ser libre, pensante, poderoso; un ser superior á las bestias, y con el poder y el deber de dominarlas. Sin la razon, el hombre es el más degradado de los seres, como el idiota; y ya sabemos que las malas religiones hacen idiotas de sus devotos. En efecto, toda la superioridad del hombre consiste en su razon, pues él no tiene el instinto del bruto, ni las garras y la fuerza del leon, ni la agilidad del mono, ni la ligereza del ciervo. En consecuencia, sin su razon, el hombre sería el cordero, el pasto, la víctima de los otros animales, que se alimentarían de él; mientras que hoy, armado de su razon, el hombre somete á su imperio el resto de lo creado.

Tal es la razon, el arma, medio y título de la superioridad humana sobre todos los seres creados. ¿Y que es la fé, lo opuesto de la razon? Una engañifa del enemigo de la razon. El abandono de la razon, y del derecho para entregarse, atado de piés y manos, al dominio de

creencias absurdas, que hacen del hombre un verdadero idiota, débil, impotente y despreciable. Creencias y prácticas absurdas, falaces, impuestas calculadamente por la supercheria, por la impostura, por la ambicion de lucrar y dominar del órden sacerdotal. Esa fé espúrea, no es ni siquiera el instinto del bruto, que podría salvar al hombre, llegado al caso. El hombre, que ha abjurado sus ojos y su razon, para adoptar la ceguedad y la fé, no hace, como los Indus, sinó entregarse á la esclavitud del alma y del cuerpo, á la degradacion, á la esplotacion de su trabajo y de sus sentimientos, por temor á un ser fantástico, caprichoso, perverso, inícuo, que él mismo se ha forjado.

Ahora bien, el Indu, como el católico, es el ser supersticioso y timorato por excelencia. Sus sacerdotes le dicen : «Abandona tu razon que no hace milagros, y adora este ídolo de palo que te presento, que hace milagros; Dios aborrece la razon y te impone la supersticion y la sumision á mi voluntad. Esta vida es un engaño; haced penitencia y orad. Dejadnos á nosotros, sacerdotes de la divinidad, y sus representantes, todos los bienes de este mundo, el poder, la riqueza, los honores; en la otra vida no se necesita nada de eso; allí está vuestra recompensa.» Y esos sacerdotos se hacen adorar como vicarios ó representantes de la divinidad; se hacen besar los piés y las manos; y por temor de la escomunion y del infierno, dan á sus embaucadores cuanto tienen con el pretesto de óbolo ó lismona para divinidades de palo, que de nada necesitan. De este modo se hacen los verdaderos dioses de este mundo, dominando á los mismos reyes, con el pretesto de guiar á las almas á los supuestos bienes de la vida eterna. Y nadie hasta ahora se ha atrevido á decir á esos impostores, que Dios, el creador, que nos ha dado la razon, no puede ser enemigo de la razon. Y que por el contrario, el verdadero Dios es el enemigo de los ídolos y de los Sacerdotes impostores. Ciegos de audacia y de codicia, al ver que nada se les opone, ellos han inventado las creencias más absurdas y degradantes para el espíritu humano, como una befa de un impostor audaz, contra la razon y la verdad. Ellos hacen adorar á los Indus, sus esclavos de cuerpo y alma, el Trimurti, ó divinidad de tres cabezas, que sin embargo no representan sinó una; y á Wichnou, su hijo, que se encarna y se hace hombre, para hacerse adorar de los hombres, y hacer adorar junto con él, á sus hábiles Sacerdotes. Y en prueba de que esto es cierto, y de que su fé es la verdadera, ellos citan una larga série de mártires milagrosos, que han muerto por la fé.

Pero digo yo, ¿la verdad necesita que alguien muera por ella para ser verdad? No, por cierto. Mueran ó no mueran los tontos, la verdad

es verdad. Y si un hombre viniese á decirme, el sol no es un sol, son tres soles verdaderos en uno solo, y en prueba de que digo la verdad, voy á morir. ¿Ese disparate garrafal sería más cierto por la muerte de ese mentecato? No, por cierto. La impostura, la supercheria, el embuste, aunque millones de insensatos mueran para probar que es cierto, lo que no es cierto, quedará siempre impostura, supersticion y error; porque la verdad está en la misma naturaleza de las cosas, y no fuera de ellas. Y los infelices Indus, en vez de morir combatiendo por su independencia, por su libertad, por su honor, por su dignidad de hombres, por la libertad de su pensamiento que les permitiera trabajar, enriquecerse, hacer el bien de los suyos, de sus hijos, que son las generaciones futuras; dejan la familia al sacerdote para que la corrompa y degrade; dejan la patria, la libertad, la civilizacion, el poder, al estrangero para que los domine; y ellos se contentan con morir en el ayuno y la penitencia, ó aplastados bajo el carro de sus ídolos, poniendo su fé en el bien y la libertad que les espera en la otra vida.

¿Y esa otra vida cuál es? Si solo hubiese una fé, contestaríamos: es el paraiso de Wichnou, donde las almas que no tienen cuerpo, oyen conciertos y disfrutan placeres celestiales. Pero aquí me salen al encuentro los Mahometanos que dicen : esa fé es pagana, es falsa, no hay más Dios que Dios, y Mahoma es su profeta. La recompensa de los creyentes, son las huris del paraiso que esperan á los creyentes que han atravesado sin vacilar, un puente más delgado que el filo de una cimitarra. Al oir esto, los Boudhistas se alzan y dicen: No! La fé de los Brahmines y la fé de los Mahometanos son falsas. La única fé verdadera es la de Boudha. Solo él tiene el paraiso verdadero, el *Nir-Wana*, dándolo en recompensa á los que creen en el Gran Lama, y en sus indulgencias! Ante este espectáculo, hay para abismarse de confusion! Si hemos de arrojar á los perros nuestra razon, el más bello don y presente que Dios nos haya concedido, para adoptar la fé en su lugar, ¿cuál es la fé verdadera que debemos adoptar? Hay tantas fé, como razas, y todos juran que la suya es la mejor, es la verdad, era con esclusion de las otras. Y en testimonio de verdad, citan mártires innumerables que han muerto por su fé respectiva. Porque mártires tiene el Indu, el Boudhista, el Mahometano; mártires que han muerto por su fé respectiva, para probar que su fé es la verdadera, y las otras son falsas; con la añadidura de los milagros más estupendos.

Si todas las fé dicen que cada una de ellas es la verdadera, y las otras las falsas, ¿cuál es, pues, entónces la verdadera fé, la que no nos engaña? Entretanto, la razon no es más que una, no hay cómo equivo-

carse á su respecto. Los que no hacen milagros, son los santos é ídolos de palo. La que hace milagros verdaderos, visibles, de todos los dias, es la ciencia, hija de la razon libre. Es ella la que ha inventado ferro-carriles, telégrafos, navegacion á vapor, máquinas de tejer y de cultivar el suelo, que visten y dan de comer al hombre, el alumbrado eléctrico, la artillería y las armas perfecionadas que permiten á los pueblos defender su libertad é integridad política; es ella la que hace grandes los pueblos, grandes á sus hombres de estado y á sus generales. La supersticion no hace milagros; por el contrario, arruina á los pueblos que la adoptan. Y sin embargo, la razon, la ciencia, no llama milagros á los prodigios que hace, porque no lo son en realidad, siendo el resultado del saber, del trabajo, de la consagracion, del estudio. La razon modesta, pero verdadera, no necesita mártires, bastándole su propia verdad y justicia; ella no necesita el empleo de supercherías, ni de engaños de ninguna especie, porque la verdad es más bella que todos los paraisos fantásticos y ridículos de la supersticion; y porque nada que pueda inventar el hombre en su imaginacion, es superior á la verdad del universo real, que Dios ha creado, y que existe y se halla de manifiesto á nuestros sentidos y á nuestra razon. Pero los Indus no quieren saber nada de esto; ellos no ven ni oyen sinó por el órgano de sus pastores, de quienes son una sumisa majada. De este modo, á causa de sus supersticiones que les prohibe hasta pensar, no pudiendo cultivar la ciencia verdadera, solo conocen la ciencia falsa de sus sacerdotes, que es la ciencia de la ignorancia y el oscuratismo, enseñada por principios; manteniéndose bárbaros, atrasados y esclavos del primero que quiera subyugarlos.

Cuatro dias hemos recorrido los mares azules, ebullentes de las regiones equinocciales, situadas entre los 8° á 10° á uno y otro lado del Ecuador, antes de llegar á Colombo, el puerto de acceso de Ceylan, para los vapores de la Mala; cuatro dias recorriendo soledades fluidas, desiertos movientes, que el pez volante, brotando debajo de la onda, es el solo signo que hace comprender se hallan pobladas y habitadas por seres ágiles, movedizos, que se agitan y luchan por su existencia, como todo cuanto vive y se mueve sobre la tierra. Hay pues un mundo que alienta y vive bajo nuestras plantas, que vive en medio de la onda azul y densa del mar, como nosotro vivimos y nos movemos en la onda celeste más leve del océano aéreo, como llama Humboldt á la atmósfera terrestre. Probablemente nuestra atmósfera forma en el perisferio superior de nuestro globo planetario, una superficie tan tersa, tan

lisa, tan pronunciada como la del mar, limitada por la atraccion terrestre y por el frio é impalpable éter del espacio. Eter formado por el espiritu de los mundos, pues todo el universo tiende incesantemente á su estado inicial, á su punto de partida, el fluido ténue, el cuarto estado de la materia, como lo llama Lockyer, la materia eterisada de los mundos que se agitan y se mueven, y el resultado definitivo de cuya actividad, es el desprendimiento de partículas de materia transformada, base de una futura nueva creacion más elaborada que la presente. Porque los soles mismos viven y mueren como los individuos, despues de eterisada toda su materia tranformable.

Los mundos muertos son la presa del espacio, *cero absoluto*, como lo llama Tindall, el cual lo evalúa en 273° C. bajo cero, frio que acaba por triturarlos y reducirlos á polvo impalpable, que vá á unirse con la materia eterisada. Pero mientras unos se acaban difundiéndose en el éter, otros remotos mundos se forman, y mejor sería decir, renacen de ese mismo éter, siguiendo ese ciclo eterno siempre, sostituyendo lo muerto con lo vivo, y vice-versa, mediante la accion de causas tan eternas como el ser, como la materia misma.

Para esto se necesitan millones de millones de años. ¿Pero qué son los millones de años en esa corriente inmensa de la eternidad, el tiempo insondable é infinito, que no tiene principio ni fin, ni concebirse es posible un principio y un fin en el tiempo? Los antiguos llamaron al tiempo *Kronos*, el primer dios, y el tiempo como Kronos ó Saturno, cria y devora sus hijos en un círculo infinito.

Al cruzar esos mares Indicos, poéticos y esplendentes, adivinabamos más bien que veíamos, esas islas de la Zonda, con sus sierras volcánicas y sus costas perfumadas, verdeantes y floridas; con su palmeras, sus sasafras, su canelos y sus clavos de olor. Por la noche, sobre cubierta, yo creía percibir la penetrante fragancia de sus bosques equinocciales. Por la tarde del 19 de Marzo, una bella tarde tropical de oro y azul, la superficie solitaria de los mares Indicos se animó con el espectáculo de algunas velas, y del penacho de humo de un piróscafo. A la distancia, entre las nieblas del horizonte y las primeras sombras de la noche, creímos percibir las altas crestas de Ceylan, dominado por un agudo cono granítico, el Pico de Adan. Pero al hablar de picos, no os figureis uno de los picos de nuestros jigantescos Andes, coronados de eternas nieves, hasta bajo el Ecuador. Este es un Tupungato en miniatura, sin nieve; retaco, pero culminante y visible en medio de un conjunto de más bajas cimas, y sobre la platitud de los mares orientales.

Todo esto lo hace conspícuo de tal modo, que « él es, dice Hœckel, el que anuncia al marino, á muchas millas de distancia, la aproximacion de la Isla maravillosa, coronada de una eterna y florida verdura».

Temprano, en la madrugada del dia siguiente, las crestas de las altas cumbres graníticas de Ceylan se diseñaron más claramente; y á poco, la costa de la Isla, orlada de palmeros, de edificios y de las últimas luces desvanecientes, al acabar las tinieblas, se presentaron á nuestra vista. Hénos pues aquí, ante los esplendores más ofuscantes del viejo mundo, para nosotros que arribabamos de las frescas y virginales playas del Nuevo Mundo. Hœckel, el gran naturalista, no vió al llegar ante esa perla de las Islas (él la llama *gemma*, piedra preciosa) más que los magníficos esplendores de su flora paradicial. Yo, pobre víctima de una suerte adversa, permitidme que vea, entre los suaves esplendores del bien distante y remoto, las tristezas y amarguras pasadas y presentes de nuestra pobre humanidad. Sondemos los males de los hombres, y sus fuentes, á fin de conocidas sus causas, pueda prepararse entre ellos el advenimiento del bien. En Ceylan, en la India, culminan como sabemos, los esplendores del Grande Oriente Europeo. Esplendores que en las viejas iniquidades, van acompañados de acerbas miserias. ¡ Qué glorias tan caramente compradas, las de este viejo mundo Oriental ! He ahí que vamos á contemplar, nosotros Americanos libres, la ésclavitud del cuerpo y del alma, en todas sus más feas formas. La esclavitud inculpable de las viejas supersticiones, para el alma. La esclavitud de la cruel necesidad, de la cruel iniquidad, para el cuerpo. Y eso, gracias! Dios formó una gran nacion y la hizo libre, trayéndola como por la mano, para redimir estos millones de esclavos! Magna tarea, la de desaherrojar cadenas seculares, voluntarias y no voluntarias. La de curar cegueda-des que son hábitos de siglos! La de poner en actividad inteligencias atrofiadas por siglos de tinieblas y miedos innobles! Pero los grandes pueblos son Hércules invencibles, á los que no arredran un zodiaco entero de empresas y trabajos. ¿Quereis saber hasta dónde ha llegado de su tarea ? Oigamoslo á Bright primero, el gran inglés, que acaba justamente de hablar sobre esta materia, en un meeting celebrado en Julio de este año(1887) en el Westminster Town-Hall. Despues oiremos los conceptos elevados de críticos imparciales de Alemania y Francia. Habla Bright; estractamos compendiando su discurso:

« Terminados los peligros del motin, dos grandes acontecimientos se desorrollaron, el uno una consecuencia del otro. La compañía de Indias desapareció y el Gobierno de la reina ocupó su lugar. Grandes

resultados y grandes cambios fueron la consecuencia de este hecho. Recuerdo que uno de los más fuertes argumentos que yo asesté para acelerar la caida de esa compañía, fué que la municipalidad de Manchester, había gastado más dinero en 14 años en arreglar y adoquinar sus calles, que el que había gastado la compañía de Indias, en el mismo período, en el gobierno del vasto territorio de la India, con sus innumerables millones de habitantes. Pero de entónces acá, se ha realizado un asombroso progreso en la India. Hánse sacado canales de riego; hánse realizado vastas líneas de ferro-carriles, aunque no todas las que convendría; se han establecido telégrafos en las principales regiones del país. Se ha hecho mucho por la educacion, aunque falta todavía mucho más que hacer. Hasta se ha llegado á formar una prensa independiente, lo que no deja de asombrar, bajo un gobierno despótico, como el de la India. Pero la contradiccion del hecho se explica por la circunstancia, y por la bondad radical del sistema inglés de gobierno. Pero no solo se ha ganado la libertad de la prensa, sinó que en muchas partes de la India, hay libertad de asociacion, de reunion, en las cuales se discuten las más importantes cuestiones públicas. De una cosa puede estar bien orgulloso el gobierno británico de la India, y es que su gobierno despótico, como ha tenido que ser, en este suelo clásico del despotismo Asiático, en sus peores formas, haya consentido en no creer un peligro para su existencia el permitir en el pueblo que gobierna, las prácticas y privilegios de una nacion libre.

« Pero aún falta otro paso que dar en este buen camino, y es que los indígenas, aún cuando no se hallen escluidos de los empleos, y ni aún de los altos empleos, tomen en realidad una mayor participacion en ellos. Diríase que hasta aquí se han encontrado sistemáticamente escluidos de los altos empleos y dignidades, con excepcion de ciertos grandes empleos judiciales. En estos últimos años, la educacion se ha estendido lo suficiente, aunque no todo lo que era de desearse, para una tan vasta poblacion, llegando á formar algunos hombres competentes. Es verdad que las discusiones que suelen tener lugar en las reuniones públicas y en la prensa, no siempre han sido guiadas con el mejor criterio. Pero algo hay que pasar á la inesperiencia, y eso debe servir de leccion tanto al gobierno, como al pueblo mismo. El gobierno de la reina, terminado el período de los motines, hizo grandes declaraciones y concesiones á la India. Es indispensable que estas concesiones y declaraciones se cumplan. El honor tanto como la seguridad de los gobiernos, impone que sus promesas se cumplan. La

estabilidad de nuestro gobierno en la India, y su durabilidad en el porvenir, depende de los servicios, de la satisfaccion que ocasionemos á sus numerosos millones de habitantes. Lord Macaulay ha manifestado los más generosos sentimientos respecto de la India. El ha abogado por la admision de los indígenas á posiciones influyentes; y que su admision á los altos puestos puede, si se quiere, hacerse con cierta lentitud. Pero esto no quiere decir que llegado el tiempo de hacer grandes cambios, estos dejen de hacerse.»

No proseguiremos en nuestro estracto; con esto hemos dado una suficiente idea de la política inglesa actualmente prevalente en la India. Vamos á citar las apreciaciones de un notable escritor francés, M. Le Bon, pero las vamos á citar por lo que ellas valen. Los católicos son muy rigurosos en su modo de juzgar á los otros; pero su completa incompetencia para formar colonias y para gobernarlas, está patente en la Argelia y en Cuba, en donde periódicamente hay necesidad de dar batallas y de derramar torrentes de sangre, para mantener los pueblos en la sumision. Entre tanto á la Inglaterra nada de esto le pasa; sus colonias son felices y prósperas. Ella estudia la historia y sabe escarmentar en el pasado; de ahí su acierto. Entre tanto, los católicos no saben ni siquiera gobernarse á sí mismos, y con mucha menos razon á los otros. Sus juicios en consecuencia son generalmente audaces é inconsecuentes; no tienen calma, ni equidad, ni moderacion, ni tino. Pero contienen algunas verdades, y ya sabemos que es la verdad lo que buscamos.

«Uno de los más notables fenómenos de la historia de la India (habla Mr. Le Bon) es que su conquista ha tenido lugar sin costas para el vencedor y únicamente á expensas de los vencidos. Todos los escritores ingleses han reconocido que es á la aplicacion de las ideas de Dupleix, que se debe el que un puñado de europeos haya podido conquistar ese jigantesco imperio de los Grandes Mogoles, cuyo soberano rehusaba en 1608 escribir al rey Jaime I, por no rebajarse él, Emperador de las Indias, escribiendo á un tan pequeño soberano como el rey de Inglaterra. En efecto, fué Dupleix el primero en percibir que los indígenas, incapaces de luchar por sí mismos contra los europeos, podían formar por el contrario ejércitos formidables mandados por europeos. El fué el primero en reconocer que las diferencias profundas que separaban las diversas razas de la India y la ausencia total del sentimiento nacional, permitían el combatir á los príncipes indígenas el uno con elotro. El fué, en fin, el que demostró que la conquista de una colonia puede ser hecha á espensas de la

plata y de las tropas del pueblo conquistado. ¿No es singular que estos principios, descubiertos por un francés, no hayan sido jamás aplicados por sus compatriotas? Es que las naciones católicas no se apoyan sobre principios de razon, de inteligencia política, sinó de rutina. De ahí el que no tengan hombres de estado verdaderos, hombres de genio que innoven y acierten. El catolicismo inspira la desconfianza, la hostilidad al talento; y de ahí el que el talento se esconda ó se rezague entre ellos. Los ingleses, que son pueblos de razon y se gobiernan por la razon, es decir, que son pueblos que escarmientan, como diría Larra, y que no se creen infalibles y con la ciencia infusa (de la rutina), como los católicos, ellos aprovechan el talento propio, y el de los extraños donde quiera que lo encuentran; y sin dejar de cometer errores, como todos los hombres, ellos saben reparar estos hierros y acertar. Es que entre ellos la razon no está proscrita y la fé no está aceptada en su lugar. Entre ellos, en su religion, en su gobierno, la razon, la seleccion predomina, no la fé, esto es, no la rutina. Ellos prefieren siempre la razon; y el dia que escluyan por completo á la fé ciega, á la rutina, ese dia serán hombres completos.

« Tomando pues las concepciones de Dupleix por guía, los ingleses han llegado á este resultado en apariencia maravilloso, que no solo la conquista de la India no les ha costado nada en dinero, sino más bien, que ella ha sido hecha por los Hindus mismos, y ningun sacrificio les ha costado, aún en hombres. En efecto, es con ejércitos compuestos casi en su totalidad de Hindus, y pagados por los gobiernos Hindus, que esa conquista ha tenido lugar. La prueba al canto. La más célebre batalla ganada por los ingleses á los Hindus, la de Plassey, en 1757, batalla que transfirió la soberanía de Bengala, y más tarde la de la India entera, en mano de los invasores, no les costó sinó 22 ingleses muertos y 50 heridos. El ejército enemigo se componía de 68.000 hombres. El de los ingleses constaba tambien de Hindus, con solo 650 europeos. Asombra ver que millones de hombres hayan podido ser subyugados con sus propias manos y sus propios recursos ». Pero este hecho monstruoso se halla explicado por la religion y por las costumbres é ideas de los Hindus. Su religion les prohibe pensar, dejando el pensamiento para sus sacerdotes, los cuales viviendo en la molicie del alma y del cuerpo, tampoco piensan. Ahora bien, un pueblo sin pensamiento, es un rebaño, como ellos mismos se llaman, y no una sociedad humana. Ahora bien, mientras más grande es un rebaño, más fácil es dominarlo, gobernarlo ó exterminarlo, por unos pocos hombres que tengan pensamiento y voluntad

propia. Le Bon cree que esto se debe á la division de castas, á la desunion, al egoismo de los diversos Estados ó Confederacion Hindu. Pero estos son efectos, no causas. Todo esto viene de un mal principio, una mala fé religiosa. Si los Hindus están divididos en castas que se odian, es que su religion, su sacerdocio ha consagrado esas castas, adjudicándose ellos los mayores privilegios, como la exencion de la guerra, del trabajo, de los cuidados domésticos. Esos sacerdotes son dioses, y no deben hacer otra cosa que recibir adoraciones. Si no hay patriotismo (como en nuestros ultramontanos que han descuartizado y tratan de descuartizar la Italia, su patria, para mantener al Papa rey de Roma, ó mejor, sepulturero de Roma), es porque los sacerdotes estirpan la idea de patria, de familia, de deberes sociales y cívicos, engañando á los hombres y haciéndoles creer que no tienen otra patria que el cielo y que allí está sus recompensas, sus deberes, no en la tierra. Hé ahí pues, las verdaderas causas. *Voilà l'ennemi*, como decía Gambetta.

«Esta falta de sentimiento nacional en la India y en general en todos los pueblos Orientales (debido á sus creencias religiosas que escluyen la razon, con el engaño y el fanatismo, convirtiéndolos en verdaderos carneros, sin pensamiento propio, y al despotismo de su Gobierno, nacido de esto mismo; esto es del carnerismo religioso del pueblo; nadie se toma el trabajo de guardar leyes para carneros), es un punto que aún no han comprendido bien los Europeos.

« Si el sentimiento de una nacionalidad comun apuntase en la India, dice el escritor inglés Seeley; sin empezar un plan activo de arrojar el estrangero; con solo crear la idea que es vergonzoso ayudar á mantener su dominacion, á datar de ese dia; nuestra dominacion habría cesado, pues el ejército que compone las guarniciones se forma en sus dos tercios de soldados indígenas.» Los diversos pueblos que viven en la India, son consanguineos, esto es de misma raza, pero como están divididos por sus sacerdotes en castas esclusivas, se odian unos á otros, mirándose peor que estrangeros. El régimen de castas que separa tan profundamente sus diversas capas sociales, hace que un Indio mire la mayoría de sus compatriotas como estrangeros, y los Europeos no son más estrangeros para ellos, que las diversas castas en que su religion los divide. La única patria del Hindu es el paraiso de su Dios Brahama, y por escepcion, su casta, el Brahmin, director de su conciencia y su aldea. Todos esos vicios sociales nacen de su religion que los engendra y mantiene, escluyendo la razon, única fuente de bien, de acierto y de equidad para los hombres. El hombre priva-

do de su razon por una religion vil, es un animal inferior, un carnero, una cabra de majada, ó tal vez menos que eso, pues los carneros tienen la libertad de pensar y de sentir, y su religion prohibe á los Hindus pensar y sentir. Son pues más esclavos aún que los seres irracionales; lo que se llama esclavo de alma y cuerpo ¿Y puede haber patria y nacionalidad con tales seres? Lo primero sería destruir su mala fé. Menos malo es la falta de fé, que la mala fé. Cuando falta la fé en el hombre, viene la razon; cesa de ser animal para volverse hombre; y este es un bien, lejos de ser un mal.

Ya sabemos cómo y por qué los ingleses han conquistado la India. Vamos á ver cómo la han consevado. M. Le Bon se expresa como sigue: « Hasta la rebelion de los Cipayos, hace 30 años, el Gobierno de la India fué la esplotacion pura y simple de 200 millones de hombres por una compañía de mercaderes, que no aprovechó sinó á un corto numero de individuos enviados para administrar el país; pues los accionistas de la Compañia nunca obtuvieron grandes dividendos. Los empleados no abrigaban otra idea, que la de enriquecerse rápidamente. El Parlamento Inglés tuvo más de una vez que ocuparse de las escandalosas fortunas de los gobernadores de la India. La opresion era general; los fondos destinados á los servicios públicos y aún á la administracion, eran dilapidados ó robados. Así, los caminos, los canales de riego, las represas públicas se hallaban abandonadas y en ruinas. La sangrienta rebelion de los Cipayos, mostró al Gobierno Inglés el peligro de tal órden de cosas.» ¿Que habría hecho un Gobierno católico una vez obtenido el triunfo? Habría seguido imperturbable en la rutina. Pero en los Gobiernos protestantes domina la razon, no la fé, ni la rutina. El Gobierno Inglés vió la causa y peligro del mal, y volvió sobre sus pasos. Como él no es infalible, como nuestros gobiernos católicos, él se apresuró á poner el remedio, organizando un gobierno, ya que no libre, regular para la India. El Gobierno fué quitado á la compañía, y la reina lo tomó en sus manos en su calidad, despues declarada, de Emperatriz de las Indias. Así la Inglaterra, despues de triunfar, lejos de continuar la tiranía, como lo habría hecho un gobierno de fé, reformó el gobierno y mejoró la condicion de los Hindus. Cada provincia fué dividida en distritos, teniendo á su cabeza un oficial efectivo, « magistrado colector », ó diputado «diputado comisario». Estos distritos son considerables y contienen á menudo un millon de hombres. Todos los funcionarios encargados de la administracion pertenecen al « Civil service ». Los militares no se mezclan en nada. Este « civil service » comprende para

la India entera unos mil empleados. Es con este pequeño estado mayor que la Inglaterra gobierna sus 200 millones de súbditos. Compuesto con un esmero escrupoloso, forma el más notable grupo de funcionarios que nacion alguna posea. Su inteligencia y la solidez de sus conocimientos, son notables: ellos administran la India con mucha tiesura, tal vez, pero con ciencia é integridad. La ganancia para los Hindus ha sido inmensa. Ellos han pasado de la arbitrariedad y las exacciones, al órden y la regularidad: á la ley.

« El Gobierno Inglés paga bien á sus empleados, pero es muy exigente, y á la primer falta grave, á la menor reincidencia, hay destitucion. Como se vé, el mecanismo del gobierno Inglés en la India es simple, y por lo mismo fácil de obrar. Con la razon se gana cada año que pasa; con la fé se permanece estacionario. Toda la ciencia de las naciones católicas, se reduce á algunos refranes rutinarios, que toman como un evangelio infalible, y de ahí no salen. M. Le Bon se asombra del poco respeto que los Hindus tienen de los Franceses, en su colonia de Pondicheri, mientras á los Ingleses los tratan con el mayor respeto y con deferencia. El lo atribuye á que los Franceses son demasiado buenos con los Hindus, mientra los Ingleses segun él, son unos tiranos. Aquí la fé obra, al creer que la tiranía, el despotismo, dá mejores resultados que la bondad y la consideracion. Este es error de fé. El inglés es un hombre de razon, no de fé; por consiguiente es un hombre superior, pues la razon libre, hace el hombre; mientras la fé, como los filtros de Circe, al privar al hombre de su razon, lo convierte en bestia. El Hindu es un hombre de fé, es decir hombre inferior, privado de su razon, porque su fé le hace cerrar voluntariamente los ojos. El Hindu respeta pues al inglés, porque el Inglés es para él en todo, un hombre superior. Con los católicos, hombre de fé como él, se cree en un pié de igualdad. De ahí su poco respeto.

«La estadística oficial, sigue M. Le Bon, permite fácilmente juzgar de los resultados obtenidos por la nueva administracion Inglesa que conduce los destinos de la India desde hace 30 años. Bajo su direccion, la Península se ha cubierto de ferro-carriles, de canales, de telégrafos, de grandes trabajos públicos, haciéndose el país más próspero de la tierra. La prueba la dan los siguientes guarimos que permiten juzgar en la actualidad de este jigantesco Imperio. La poblacion sometida al Gobierno Inglés es de 200 millones de habitantes; la de los Estados gobernados por principillos indígenas, dependientes de la Inglaterra, es de 60 millones. Añadiendo la poblacion de la Birmania anexionada últimamente, con 8 millones de habitantes, tenemos

un total para las Indias Asiáticas de Inglaterra de 268 millones de almas. El ejército Europeo es de 65.000 á 70.000 hombres; hállase completado por un ejército Hindu compuesto de 127.000 hombres, cuyos oficiales superiores son todos Europeos. Las rentas de la India alcanzan hoy á 70 millones de libras (350 millones de duros), de los que 130 millones son suministrados por el impuesto directo; 26 millones de duros por el opio ; 31 millones de duros por la sal, etc. El ejército cuesta de 80 á 100 millones de duros, segun los años; la administracion civil cuesta 55 millones de duros; la deuda pública es de 800 millones de duros, de los que más de 300 millones representan la deuda de la supresion de la rebelion y de la guerra del Afganistan. La India posee hoy más de 200 kilómetros de canales de regadío. El movimiento comercial de la India es actualmente de 600 millones de duros; las esportaciones figuran por 340.000.000 de duros.

III

CEYLAN, SU ASPECTO, SUS CULTIVOS, SUS PRODUCCIONES, SU POBLACION. — HOECKEL, SU VISITA A CEILAN EN 1882. — ALGUNAS DE SUS IMPRESIONES Y OBSERVACIONES.

La isla de Ceylan, como hemos dicho, es interesante á la distancia por la culminancia de sus montañas ; pero de cerca, el interés grandioso de la perspectiva disminuye un tanto, presentándose entónces costas bajas, arenosas ; eso si que coronadas de bellos bosques de palmeros, cocoteros, datileros y otras palmas intertropicales, y algunos otros grandes y bellos árboles, como el pandanus, etc., que se presentan en los parques y jardines á la inglesa de la ciudad de Colombo. Antes de llegar á nuestro fondeadero, fuimos acostados por multitud de canoas de los naturales, estrechas y con esa *contrivance* (aparato) estraña de los salvajes de la Oceanía, que equilibran sus estrechas piraguas con una viga labrada, sujeta por dos atravesaños, á la piragua que voga en el agua, haciendo equilibrio á esta ; sin esta *contrivance,* estas primitivas y estrechas canoas de las edades prehistóricas, zozobrarían á cada paso.

¿Y hay quien pueda pensar que estos salvajes, cuya inteligencia es inferior á sus homónimos de la Oceanía, puesto que se estacionan en las canoas de la edad de la piedra, mientras los Kanakas marchan

á la mecánica moderna y al vapor; puede pensarse, decimos, que tales entes sean el tronco de la humanidad culta y pensante? Si lo son, habiéndolos su religion estagnado en la edad de la piedra, (como el catolicismo nos ha estagnado á los latinos en la edad media), ellos nos representan un estado bien primitivo de la evolucion humana. Mas esto es para nosotros inaceptable, esto es, el que puedan ser el tronco de la humanidad culta de occidente, y nos atenemos á la solucion que hemos indicado para este problema étnico. Esto sin embargo, no es decir que este tronco sea menos digno de la humanidad que el alalo de Darwin y de Hœckel. Pero llegamos hasta dudar que el mono tenga mucho menos talento ó capacidad que el Hindu. Porque estos Ceylaneses son Hindus de orígen. Me inclino casi á creer á los antropoides más racionales, puesto que ellos se conservan libres en sus bellos y perfumados bosques, y estos miserables viven esclavos de alma y cuerpo, en una edad atrasada de la evolucion humana, con el espíritu tan estagnado en la ignorancia, como el cuerpo en la barbarie y en la miseria. ¿Forman pues esos Singaleses una raza fea y contrahecha? No. Es una bella raza, con cuerpo de cobre ó bronce negro, fundida en el mejor molde humano del creador; pero es una raza retrógrada, oscurantista, entregada á la supersticion del *nirwana*, en alma y cuerpo. (El *nirwana* es una especie de *ejercicio espiritual*, abstraccion ó éxtasis de los fanáticos Boudhistas). ¿Vale la pena de ser hombre y de vivir, para cargar esas pesadas cadenas físicas é intelectuales? Abominamos el estado en que la supersticion sumerge al hombre, porque es como el suicidio, la renegacion cobarde de los mejores dotes del creador: es como uno que se tira al agua, por temor de naufragar. Es la prostitucion de la imaginacion, de la belleza, de la ajilidad física, á ídolos funestos, enemigos de la razon, de la libertad y de la dignidad humana.

Pero hénos aquí anclados cerca del muelle del ferro-carril, que se avanza en el mar, en el puerto de Colombo, en Ceilan, la bella isla de los palmeros y del Pico de Adan, que los antiguos llamaron *Taprobana*, y que sus naturales llaman *Singhala*. Casi no necesitamos decir, por lo conspícuo, que esta grande isla se halla inmediata á la extremidad meridional de la península índica, separándose de esta, del lado oriental, por el golfo de Manaar y el estrecho de Palk, á 100 kilómetros de la costa de Coromandel, entre los 5°36′, y los 9°50′ latitud norte. Los primeros que conocieron algo de la existencia de esta isla, fueron los griegos; despues de la expedicion de Alejandro, cuando enviaron embajadores á la corte de Palimbotra (*Chandra-*

goupta en Hindu). La relacion que entónces se recibió fué tan exagerada, que se creyó que esta isla era el comienzo de otro mundo, habitado por *antichthones*, esto es, antípodas de la Grecia.

Ptolomeo, mejor informado, hizo de Ceylan una isla cinco veces mayor de lo que es en realidad. Strabon la cree situada al extremo, del lado occidental del Hindostan, del lado de Africa. Segun Ptolomeo, su nombre nativo era *Salice*, conservado despues en el nombre indígena de *Selendive*, del que por corrupcion los Europeos han hecho *Ceylan*. Ptolomeo asegura ser una isla muy fértil, mencionando como sus producciones, arroz, miel (acaso de azúcar), gengibre, piedras y metales preciosos, tambien habla de sus tigres y elefantes. Pero se calla respecto de la canela que hoy constituye uno de los principales productos de la isla. Los antiguos creían sin duda la canela un producto del Africa, puesto que designaban su costa oriental con el nombre de *Regio Cynamomifera*. Siguiendo nuestra marcha, ya veremos cómo nuestro mismo vapor *Siam* se carga en Aden de grandes cantidades de envoltorios de canela y clavo de olor. Probablemente esa canela está destinada á pasar por de Ceylan, en el comercio. Allí puede haber llegado consignada del Archipiélago de la Sonda. Nuestra imaginacion se trasportaba á los tiempos en que la Arabia, y el país hoy desierto de los Somalis, eran productores de aromas y perfumes. ¿La tempestad de nómades que ha pasado por esas regiones en la era mahometana, las ha esterilizado? ¿O se limitaban á dar su nombre á productos que venían á concentrarse en esas regiones, para su venta?

Aunque el magnífico laurel, cuya corteza suministra la más esquisita de todas las *especias* de Oriente, es indígena de los bosques de Ceylan, sin embargo, como ningun autor anterior al siglo XIV, hace mencion de esta corteza aromática entre las producciones de la isla de Ceylan, hay poderosas razones para creer que la canela que en las edades primitivas era importada á Europa por el intermedio de la Arabia, fué obtenida en un principio en Africa, y en seguida en las Indias, donde los portugueses que fueron en un principio atraidos al Oriente por su fama muy especial, estuvieron más de 20 años en posesion de la India, antes de hacer tentativas para posesionarse de Colombo, prueba de que no debe haber habido nada de muy notable en las cualidades de la canela de Ceylan, á principios del siglo XVI, y que la gran reputacion actual de la canela de Ceylan, es de una fecha muy moderna, y que debe atribuirse al esmero con que los portugueses la hacían acondicionar para el mercado; y despues ha podido ser el resultado del cultivo por los holandeses.

Aún despues de la conquista de Ceylan por los europeos, la canela solo se encontraba en los bosques vírgenes del interior, donde era cortada y acarreada por los *Chalias*, tribu emigrante que en consideracion á su locacion en aldeas, se había encargado de su corte en los bosques, entregando á precios determinados una cantidad de canela ya pelada y dispuesta para la exportacion. Este sistema permaneció sin alteracion mientras el Portugal se conservó dueño del país ; mas hallándose los bosques en que esta especie se encontraba, expuestos á las contínuas incursiones de los Kandianos, los holandeses se vieron en la precision de formar plantíos cercados, de su propiedad, bajo la proteccion inmediata del cañon de las fortalezas. Los jefes nativos temiendo perder las utilidades que obtenían del trabajo de los Chalias, que se hallaban adheridos como siervos á sus dominios, y cuyo trabajo alquilaban á los holandeses, se mostraron al principio en extremo opuestos á esta innovacion, y trataron de persuadir á los holandeses de que la canela degeneraba despues de plantada artificialmente ; el marchitamiento de muchos de los árboles nuevos pareció venir en apoyo de este aserto. Pero examinando el hecho, se halló que él provenía de haber sido regadas con agua hirviendo, las raices de las plantas marchitas. Pero habiéndose hecho un ejemplar castigo con los destructores, las plantas pudieron conservarse.

La estension del comercio de este artículo en tiempo de los holandeses, puede deducirse del hecho de que los únicos grandes jardines de canela establecidos por ellos en las inmediaciones de Negombo, Colombo, Calpentyn, Galle y Matura, presentaban cada uno de 15 á 20 millas de circunferencia. Aunque fueron plantados por primera vez en el año 1770, sin embargo, ya antes de 1796, cuando Colombo fué tomado por los ingleses, su producto anual subía á más de 400.000 libras de canela, que era cuanto las exigencias del mercado requerían. Las utilidades deben haber sido enormes, pues la canela era entónces de más consumo (se hacían hasta perfumes con ella), y se vendía diez veces más cara que hoy, lo que hace un producto de más de 8 millones de duros, obtenido de la cantidad de canela indicada : comercio que se hallaba monopolizado por la compañía holandesa de las Indias Orientales, no pudiendo nadie, so pena de la vida, plantar ni vender canela sin su permiso. Como á partir de esa época, el cultivo del laurel cinamomo, ha sido introducido en otros países tropicales, la competencia ha hecho bajar los precios, y la canela que era antes el principal producto de Ceylan, es hoy de una importancia subalterna.

Hemos siempre aplaudido el tino y elevacion de la política inglesa con sus colonias ó establecimientos, cuando se muestra tal; pero tampoco hemos economizado críticas cuando el asunto se prestaba para ello. Es claro que los grandiosos jardines de Canelones, plantados por la hábil industria y el gusto de los holandeses, han sido en parte vendidos á vil precio por los ingleses, y en parte arrendados á particulares; y aunque todavía no se ha cumplido un siglo desde que ellos fueron conquistados á la Holanda, hoy se hallan convertidos en verdaderos heriales, ó mejor, matorrales silvestres. Los que rodean á Colombo, que nosotros hemos visitado y que se hallan en la alta parte de la ciudad, del lado del interior, presentan los efectos de un medio siglo de abandono, produciendo un sentimiento de pena ó de disgusto, como toda ruina que no se halla justificada por una necesidad ineludible, como ser la destruccion de una bastilla de tiranía. Los bellísimos arbustos que suministran la canela han sido abandonados á la naturaleza salvage, y en algunos parages han sido suplantados enteramente por los matorrales silvestres, mientras otros han sido tapados como por una funda de enredaderas silvestres, y otras ramas que los ocultan, bajo el espesor de su follage y de las orquideas parásitas.

En beneficio de la verdad debemos, sin embargo, confesar que no todos los antiguos jardines de canela han sido entregados al abandono y á la ruina. Así, por ejemplo, dos millas al Sud de Colombo, se halla una parte de los grandes jardines holandeses arrendados á Mr. Hewartt, el cual ha sabido conservarlos en un admirable órden. El suelo de la plantacion lo constituye una arcilla arenosa rojiza, entreverada de vetas de un bello cuarzo blanco. La arena cuarzosa blanca, es el mejor suelo para el árbol de canela; pero necesita mucha lluvia, mucho sol y muchos termites, todo lo cual tiene en abundancia en Ceylan. Esto último asombrará á algunos, que saben que el taladro ó termite, es el gusano más funesto para los árboles y para los buques. Pero es el caso que, sea por el olor ó por la dureza, el taladro no ataca al canelo, y por el contrario lo protege comiéndose la mosquilla y las hormigas que puedan invadirlo; como es un amigo conocido, se le deja elevar sus hormigueros en forma de altos túmulos cónicos, en medio de las plantaciones. Con todo, el aspecto de un jardin de canela, arreglado con órden, es de una apariencia que, aunque interesante, adolece de cierta monotonía; pues aunque los árboles, entregados á todo su desarrollo natural, alcanzan una altura de 40 á 50 piés, sin embargo, como la mejor canela se obtiene de los renuevos que brotan de las raices, despues de segregado el tronco principal, que solo produce canelon grue-

so, se les conserva solo hasta cierta altura, sin permitir se eleven más de 10 piés.

Actualmente en Ceylan, no solo se cultiva la canela, sinó tambien se cultiva artificialmente la *Cinchona* ó árbol de la cascarilla ó quína, trasportado desde Sud América á esas remotas regiones de Oriente. Porque los Ingleses forman el pueblo más inteligente del mundo, y nada descuidan para su propia prosperidad y grandeza en los países en que ellos mandan; todo lo contrario de otros pueblos, que nada descuidan para hacerse daño ellos mismos. A más de la cascarilla, ellos cultivan en esta magnífica isla la *bella gemma*, como la llama Hœckel, que la ha visitado unos pocos meses antes que nosotros; cultivan, decimos, la nuez moscada, la pimienta y el clavo, esa trinidad de los aromas y especias orientales, que tienen por patria las Molucas, esas bellas islas perfumadas, situadas al Este del archipiélago de la Sonda. El clavo, la pimienta y la nuez moscada, lo mismo que la canela, eran ya conocidas del mundo occidental mucho antes de que se supiese la menor cosa de los países que los producen. En la edad media, y aún en la antigüedad, los Arabes transportaban al Egipto estas especias, donde eran compradas por los Venecianos, los cuales las desparramaban en Occidente, haciendo pingües negocios con ellas, vendiéndolas por su peso en oro, en una época en que el oro valía diez veces más que en la actualidad.

Como estas especias y aromas han servido tambien á los Egipcios para el embalsamamiento de sus cadáveres, junto con otros bálsamos, resinas y aromas de la Arabia, desde la más remota antigüedad, tal vez desde antes de la edad de Osiris, que floreció 6000 años antes de Jesu-Cristo, habiendo en el Génesis mencion histórica de Ismaelitas que comerciaban «*et camelos corumportantes aromata, et resinam, et estactem in Egyptum*», desde la edad de Job, Abraham y Jacob, 2200 años antes de Jesu-Cristo. Es de creerse en consecuencia, que el comercio de esas especias sea tan antiguo como la raza Etiope ó Egipcia; ó mejor, como la más antigua civilizacion humana, puesto que los Atlantis, y los Pirhuas sus descendientes, que florecieron 8000 años antes de Jesu-Cristo, embalsamaban sus cadáveres con asfalto y natron, añadiéndole otros aromas y perfumes.

El árbol del clavo, como el del canelo, es bellísimo; pertenece á la muy difundida familia de los mirtos; sus pequeñas hojas lanceoladas y siempre verdes se semejan á las del laurel, creciendo sus flores en manojos en la extremidad de las ramas. Cuando estas flores se presentan, que es á principios de la estacion lluviosa, hacen su aparicion

en forma de largos y verdosos vástagos, como las flores del castaño europeo, á cuyo estremo se abre la corola de un rosa delicado, como la flor del durazno; caida la corola, el cáliz que queda se pone amarillo y en seguida rojo; despues de esto se apalea el árbol para hacer caer estos cálices, que son los clavos de olor, secándolos al sol. Cuando se deja el clavo permanecer más tiempo en el árbol, pierde su fragancia; todo el árbol del clavo es aromático, y los pedúnculos de las hojas casi tienen la misma fragancia que el clavo ó caliz de las flores. Hemos recorrido en Colombo avenidas plantadas con el árbol del clavo, y por su frondosidad, su bello aspecto y la fragancia esquisita con que á la distancia, perfuman el aire, producen al recorrerlas, el más delicado placer que es posible imaginarse bajo el espléndido cielo del Oriente.

El árbol de la nuez moscada es natural de Banda, en cuya isla (una de las Molucas) los holandeses han luchado en vano por monopolizarlo; porque ese pueblo valiente, pero de ideas anticuadas y mesquinas, no cree ningun negocio bueno, sin el monopolio, y ya sabemos lo que los monopolios han hecho de España y de sus colonias durante tres siglos. Ellos, junto con su catolicismo ultra, que debe España á sus reyes Austriacos (porque antes los reyes de Aragon habian hecho la guerra al Papa, á la Santa Sede), han hecho de esta la última nacion del mundo, despues de haber sido la primera. El árbol de la nuez moscada es de un aspecto más magestuoso que el del clavo. Pertenece á la familia de la Myristáceas, de que se conocen tres especies, siendo la primera la *Myristica moschata*, ó nuez moscada verdadera. Ella es cultivada hoy no solo en las Molucas, sinó tambien en Sumatra, Mauricio, Borbon y sobre todo en Ceylan. Su magnífico follage es de un bello verde en la superficie esterior, y de un gris blanquisco abajo; es magnífico en sus contornos y se ensancha hácia arriba. El árbol dá su fruto á los 9 años. Es *dioico*, habiendo árbol macho y árbol hembra. Las flores de ámbos son pequeñas, blancas y campanuladas. La fruta solo la dá el árbol hembra, en forma de un pequeño boton rojo. Madura, su aspecto es el de un durazno de la Virgen, ó mejor, de San José. Cuando madura, su corteza esterna es semejante á la de una almendra; solo es de una media pulgada de grueso, estalla de un lado, descubriendo una nuez negra brillante, tanto más negra cuanto más roja es la corteza que la cubre. Esta última forma el *macis* del comercio, el cual, despues de secado á la sombra, es ensacado y prensado para la exportacion. Los Europeos hacen mucho uso de estas especias para la comida. En América es más limitado su uso.

(Continuará).

SOBRE LA SEPARACION

DE LAS

RAÍCES REALES DE LAS ECUACIONES

Por JORGE OVEJERO

Alumno de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad de Buenos Aires

---

I. — Extension del teorema de Fourier

Las funciones siguientes pueden reemplazar á las derivadas en el teorema de Fourier:

$$F(x), \quad F_1(x), \quad F_2(x), \quad \ldots, \quad F_{n-1}(x), \quad F_n(x). \qquad (1)$$

$$F(x) = c_0x^n + c_1x^{n-1} + c_2x^{n-2} + c_3x^{n-3} + \ldots + c_{n-1}x + c_n,$$
$$F_1(x) = 1\,c_1x^{n-1} + 2c_2x^{n-2} + 3c_3x^{n-3} + \ldots + (n-1)\,c_{n-1}x + nc_n,$$
$$F_2(x) = 1.2c_2x^{n-2} + 2.3c_3x^{n-3} + \ldots + (n-2)(n-1)c_{n-1}x + (n-1)nc_n,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$F_{n-1}(x) = 1.2.3\ldots(n-1)c_{n-1}x + 2.3\ldots(n-1)nc_n,$$
$$F_n(x) = 1.2.3\ldots(n-1)nc_n.$$

Basta modificar ligeramente el enunciado del teorema, como sigue:

El número de raíces reales de $F(x) = 0$ *comprendidas entre dos cantidades* α *y* β, *no puede ser mayor que la diferencia ó la suma de las variaciones que presenten las séries*

$$F(\alpha), \quad F_1(\alpha), \quad F_2(\alpha), \quad \ldots, \quad F_{n-1}(\alpha), \quad F_n(\alpha), \qquad (a)$$
$$F(\beta), \quad F_1(\beta), \quad F_2(\beta), \quad \ldots, \quad F_{n-1}(\beta), \quad F_n(\beta), \qquad (b)$$

segun que α *y* β *sean del mismo signo ó de signos contrarios; y si*

la suma ó la diferencia de variaciones no son iguales al número de raíces comprendidas entre α y β, le sobrepasarán en un número par.

Nota. — Supongamos que aplicando el teorema de Fourier, por medio de las derivadas

$$F(x), \quad F'(x), \quad F''(x), \quad \ldots, \quad F^{(n-1)}(x), \quad F^{(n)}(x), \qquad (2)$$

los cambios de signo de esta série indiquen entre α y $\beta > \alpha$ un número r de raíces reales de $F(x) = 0$. Sustituyamos estos mismos números α y β en la série (1). Si $F(x)$ se ha anulado efectivamente r veces en el intérvalo de α á β, es claro que la diferencia ó la suma de variaciones de las séries (a) y (b) será por lo menos igual á r. Pero, salvo el caso de una ecuacion que tenga todas sus raíces reales, el número de raíces que verdaderamente existen entre α y β no será sino $r - 2i$; la série (2) habrá ganado $r - 2i$ permanencias el pasar $F(x)$ por cero y $2i$ permanencias al pasar por cero una ó varias de las funciones intermediarias. Ahora bien, si el intérvalo de α á β es relativamente pequeño (si $\beta - \alpha = 1$, por ejemplo), la série (1) no indicará sinó estas $r - 2i$ raíces reales, en general; en efecto, para que indicara un número mayor sería necesario no solamente que se anulara una de sus funciones intermedias; sinó tambien que las dos funciones que preceden y siguen á la funcion nula fueran del mismo signo; ó bien que se anularan varias funciones consecutivas; esto no sucederá generalmente, puesto que las séries (1) y (2) no tienen de comun sinó la primera funcion $F(x)$: las funciones intermedias son diferentes en una y otra y se anulan por consiguiente para valores en general tambien diferentes de x.

Sean, pues, r_α, $\widehat{r_\beta}$, r_γ, ..., los números de raíces reales que la série (2) indica puede haber entre α y α', entre β y β', entre γ y γ', ...; y sean $r_\alpha - 2i_\alpha$, $\widehat{r_\beta} - 2\widehat{i_\beta}$, $r_\gamma - 2i_\gamma$, ..., las indicaciones correpondientes de la série (1) en estos mismos intérvalos. Se tomará estas últimas cantidades como límites superiores de los números de raíces comprendidas entre α y α', β y β', γ y γ', ...; y se podrá afirmar, en consecuencia, que la ecuacion propuesta tiene, por lo menos, $2i_\alpha + 2\widehat{i_\beta} + 2i_\gamma + \ldots$ raíces imaginarias. Se ve que el teorema de Fourier, así estendido, puede considerarse como un método para determinar el número de las raíces imaginarias, no directamente, sinó por via de separacion de las raíces reales.

Sea por ejemplo la ecuacion

$$x^6 + x^5 - x^4 - x^3 + x^2 - x + 1 = 0.$$

Aplicando el teorema de Fourier por medio de las derivadas, encontramos que, si esta ecuacion tiene raíces reales, deben estar comprendidas entre — 1 y 0, entre 0 y 1 : para

$x = -1$	$+ - + - + - +,$
$x = 0$	$+ - + - - + +,$
$x = 1$	$+ + + + + + +,$

es decir que puede haber 2 raíces entre — 1 y 0 y 4 raíces entre 0 y 1. Pero si aplicamos ahora el teorema á la série (1), encontraremos para estos mismos valores de x los signos siguientes : para

$x = -1$	$+ + + + + + +,$
$x = 0$	$+ + + + + + +,$
$x = 1$	$+ + + + + + +,$

lo que demuestra que entre — 1 y 0, entre 0 y 1 no hay ninguna raíz real; de donde se sigue que la ecuacion propuesta tiene todas sus raíces imaginarias. En este ejemplo, tan fácil de resolver por el teorema de Fourier aplicado simultáneamente por medio de dos séries de funciones, el teorema de Sturm habría conducido en el último resto á un número compuesto, como dice Serret, de no menos de cuarenta y tres cifras. Podría presentar muchos otros ejemplos que en diferentes obras de Algebra, como las de Serret, Briot, Laurent, Todhunter, etc., se dan como ejercicios sobre el teorema de Sturm, y que pueden así resolverse exacta y rápidamente.

II. — Extension del teorema de Sylvester

El teorema de Sylvester puede igualmente extenderse á la série (1) de funciones. Si se forma la *série asociada*

$$\left.\begin{array}{llllllll} F(x), & F_1(x), & F_2(x), & \ldots, & F_r(x), & \ldots, & F_{n-1}(x), & F_n(x), \\ G(x), & G_1(x), & G_2(x), & \ldots, & G_r(x), & \ldots, & G_{n-1}(x), & G_n(x), \end{array}\right\} \quad (1')$$

donde un *elemento cuadrado* cualquiera, $G_r(x)$, tiene por expresion

$$G_r(x) = [F_r(x)]^2 - \frac{n-r+1}{n-r} F_{r-1}(x) F_{r+1}(x),$$

el teorema se enunciará de la siguiente manera:

Si α *y* β *son del mismo signo, el número de raices reales de* $F(x) = 0$ *comprendidas entre* α *y* β *no puede ser mayor que la diferencia entre los números de variaciones permanencias ni tampoco mayor que la diferencia entre los números de dobles permanencias que presente la série* (1') *para* $x = \alpha$ y $x = \beta$. (Es claro que, de estas dos diferencias, desiguales en general, convendrá tomar la que dé un límite menor para el número de raíces comprendidas entre α y β).

Si α *y* β *son de signos contrarios, dicho número de raíces no puede ser mayor que la suma de los números de variaciones permanencias para* $x = \beta$, $x = \alpha$.

En ambos casos, si el límite obtenido para el número de raíces no es exactamente igual á este número, le sobrepasará en un número par.

Nota. — Supongamos que se ha aplicado primero el teorema de Sylvester por medio de las derivadas y encontrado las cantidades r_α, $\widehat{r_\beta}$, r_γ, ..., para límites superiores de los números de raíces comprendidas en los intérvalos de α á α', de β á β', de γ á γ', ..., y sean $r_\alpha - 2i_\alpha$, $\widehat{r_\beta} - 2\widehat{i_\beta}$, $r_\gamma - 2i_\gamma$, ..., los límites correspondientes dados por la série (1'); la ecuacion propuesta tendrá por lo menos $2i_\alpha + 2\widehat{i_\beta} + 2i_\gamma + \ldots$ raíces imaginarias. Si se analizan las condiciones, ó más bien dicho las coincidencias necesarias para la série asociada formada con las derivadas y la série (1') indiquen á la vez, en un intérvalo dado, número mayor de raíces que las que verdaderamente existen en ese intérvalo, se observará que son numerosas y por consiguiente difíciles de realizarse; por esta razon, en el teorema de Sylvester; los intérvalos de α á α' pueden tomarse mayores que en el teorema de Fourier, lo que disminuye el número de sustituciones; y aún se puede asegurar que, salvo casos extremadamente raros, el método de Sylvester, aplicado por medio de dos séries de funciones, permite conocer el número exacto de las raíces imaginarias por la sola sustitucion de números enteros.

Ejemplo :

$$108x^5 - 224x^4 + 185x^3 - 75x^2 + 15x - 1 = 0.$$

Si aplicamos el teorema de Sylvester por medio de las derivadas, en el intérvalo de $x=0$ á $x=1$, encontramos los signos : para

$$x=0 \left\{ \begin{matrix} - + - + - + \\ + + + + + + \end{matrix} \right\}, \qquad x=1 \left\{ \begin{matrix} + + + + + + \\ + - - - - + \end{matrix} \right\},$$

lo que nos indica que entre 0 y 1 puede haber 3 raíces y que no hay ninguna entre 1 y ∞, en resúmen, que la ecuacion propuesta no puede tener más de tres raíces positivas, que deben buscarse solo en el intérvalo de 0 á 1. Si aplicamos el teorema por medio de la série (1'), en este mismo intérvalo, tenemos para

$$x=0 \left\{ \begin{matrix} - - - - - - \\ + \; 0 \; 0 \; 0 \; 0 \; + \end{matrix} \right\}, \qquad x=1 \left\{ \begin{matrix} + - + - + - \\ + - + - + + \end{matrix} \right\},$$

lo que prueba que entre 0 y 1 no hay sinó una raíz real, pues la diferencia entre los números de variaciones permanencias es igual á 1. De donde se concluye que la ecuacion propuesta no tiene sinó una sola raíz real, positiva y comprendida entre 0 y 1.

III. — Un teorema sobre el límite superior de las raices positivas

Sea

$$\begin{aligned} f_n(x) &= c_0, \\ f_{n-1}(x) &= c_0 x + c_1, \\ f_{n-2}(x) &= c_0 x^2 + c_1 x + c_2, \\ &\ldots\ldots\ldots, \\ f_1(x) &= c_0 x^{n-1} + c_1 x^{n-2} + c_2 x^{n-3} + \ldots + c_{n-1}, \\ f(x) &= c_0 x^n + c_1 x^{n-1} + c_2 x^{n-2} + \ldots + c_{n-1} x + c_n, \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned} g_n &= [f_n(x)]^2, \\ g_{n-1} &= [f_{n-1}(x)]^2 - f_n(x) f_{n-2}(x), \\ g_{n-2} &= [f_{n-2}(x)]^2 - f_{n-1}(x) f_{n-3}(x), \\ &\ldots\ldots\ldots, \\ g_1(x) &= [f_1(x)]^2 - f_2(x) f(x), \\ g(x) &= [f(x)]^2. \end{aligned}$$

El número de raíces positivas de $f(x)=0$ superiores á $a \gtrless 0$, no puede ser mayor que el número de variaciones permanencias de la série

$$\left.\begin{matrix} f_n(a), & f_{n-1}(a), & f_{n-2}(a), & \ldots, & f_1(a), & f(a), \\ g_n(a), & g_{n-1}(a), & g_{n-2}(a), & \ldots, & g_1(a), & g(a), \end{matrix}\right\} \qquad (S)$$

y, si no es igual, la diferencia es par.

Nota. — Una proposicion análoga vale para el número de raíces negativas inferiores á $-a$, pero con respecto al numero de dobles permanencias para $x = -a$.

Como consecuencia, si el número a es tal que la série (S) no presente ninguna variacion permanencia, a será un límite superior de las raíces positivas de $f(x)=0$.

Se ve que este teorema comprende al de Laguerre como un caso particular ó como un corolario. En efecto, es evidente que el número de variaciones permanencias de la série (S) es menor, ó á lo más igual al número de variaciones de la série

$$f_n(a), \quad f_{n-1}(a), \quad f_{n-2}(a), \quad \ldots, \quad f_1(a), \quad f(a); \qquad (s)$$

por consiguiente, si el número de raíces positivas de $f(x)=0$, superiores á a, no es mayor que el número de variaciones permanencias de la série (S), con mayor razon no será mayor que el número de variaciones de la série (*s*), que es lo que se establece en el teorema de Laguerre. Por la misma razon, el límite superior de las raíces positivas que da el teorema enunciado más arriba, será en general menor y á lo más igual al que se obtiene por el teorema de Laguerre.

Ejemplo :

$$x^4 - 10x^3 + 91x^2 - 369x + 2520 = 0.$$

Si se hace $x=1$, la série (S) viene á ser

$$\left.\begin{matrix} + - + - + \\ + - + - + \end{matrix}\right\};$$

como no presenta ninguna variacion permanencia, tendremos $x=1$ para límite superior de las raíces positivas. El teorema de Laguerre habría dado $x=10$ como límite superior, y el método de Newton, $x=3$.

Buenos Aires, Mayo de 1889.

JORGE OVEJERO.

LA ATACAMITA DE CHILE

1. Los minerales de cobre casi todos son distinguidos por gran lustre y vivos colores; particularmente los oxidados ostentan los matices más bellos de azul y verde. Pero á todos los gana en la delicada conformacion de sus cristales pelúcidos de viva esmeralda y de resplandor casi diamantino el oxicloruro natural que BLUMENBACH ha designado por el nombre de atacamita. En efecto, es uno de los compuestos más característicos para la region cuprífera cuyo nombre lleva, y aunque conocida tambien en otras partes del mundo, en ninguna tan frecuente ni tan variado como en el norte de Chile. A pesar de este indigenato son raras, las noticias acerca de su distribucion, y los estudios que distinguidos estrangeros han practicado sobre sus caracteres morfológicos y estequiométricos no siempre se pueden relacionar con localidades y yacimientos determinados. Como hechos aislados presentan el inconveniente de que ni la ciencia ni la práctica sacan de ellos los frutos que importa la resolucion de toda cuestion mineralógica.

Por estas razones será indispensable acompañar por una reseña general de lo que á este respecto se sabe, á las siguientes ligeras contribuciones basadas sobre un exámen comparativo del material que el Museo Nacional exhibe en su seccion respectiva.

El conocido manual de mineralogía de D. IGNACIO DOMEYKO apenas ofrece lo necesario para formarse una idea cabal; los trabajos analíticos de BERTHIER, únicos que figuran en él, no corresponden á la generalidad de los casos. Lo que se esplica por no haber emprendido su ilustrado autor reconocimientos propios fuera de un solo hallazgo anormal. En las recopilaciones de DUFRENOY y DANA se apuntan datos más copiosos sobre este vecino del desierto.

2. La noticia más antigua remonta á un siglo entero, cuando el duque de la Rochefoucauld, Baumé y Fourcroy dieron parte á la Academia de Paris de un prolijo estudio sobre « una arena verde cuprosa del Perú », en una memoria fechada el 26 de Abril de 1786.

Aquella muestra fué comprada por el médico y viajero Dombey á un indio en las minas de Copiapó, que pretendió haberla encontrado en un riachuelo de Lípez que se pierde en el desierto de Atacana (sic!) pero en poca abundancia. Los académicos se impusieron de todas las propiedades de la nueva « cal cuprosa » sin olvidar el bello color azul que imparte á la llama ni la propiedad de recobrar poco á poco su color verde perdido por la calcinacion cuando espuesta al aire, fijaron los ingredientes en :

52	gramos	de cobre
10	»	de ácido muriático
12	»	de agua
11	»	de la base del aire vital
11	»	de arena
1	»	de ácido cretoso y de hierro
3	»	de pérdida

Confirmó estos datos Berthollet quien obtuvo :

	56	gramos	de cobre
aproximademente	11	»	de ácido marino
	1	»	de aire fijo
	12	»	de agua
	13	»	de arena silicosa

« Debiendo atribuirse las 7 partes que faltan al aire vital que reduce el cobre á cal.»

En 1797 Cristian Heuland mandó á España muestra del mismo mineral, hallado en vetas en Remolinos, y en la coleccion de su hermano figuraron tambien otras de diversas localidades chilenas. En seguida Vauquelin dudó si el cloro pertenece al mineral, que Haüy describió bajo la denominacion de « cobre sobreoxigenado verde ».

Sin embargo, en Europa, aún mucho tiempo despues, se conocía solo bajo la forma de arena, usándosela como un artículo de esquisito lujo para secar la letra escrita. En realidad no son muchas las sustancias cristalinas que reducidas á fragmentos guardan tan

constantemente su brillo haciéndolo resaltar por la multiplicacion de caras y láminas.

Otro análisis fué presentado en 1800 por PROUST (*Recherches sur le cuivre* en *Annales de chimie*, tomo 32). En él figura tambien una atacamita, segun parece, compacta, de procedencia chilena, sin especificar el lugar de extraccion. Dice el afamado químico español: « Se ha visto por una memoria leida ante el Instituto por Darcet, que el muriato natural de Chile contiene el ácido muriático en proporcion insuficiente para ser soluble en el agua. Hé aquí la proporcion de sus componentes á la cual agrego el cuadro de la composicion de la arena DOMBEY que últimamente he tenido oportunidad de examinar:

	Muriato de Chile	Arena del Perú
Cobre	57 $\frac{2}{5}$	46,8
Oxígeno	14 $\frac{3}{5}$	11,7
Acido muriático	10	9,5
Agua	12	15
Oxido rojo férrico	2	17
Sulfato de cal arenoso	4	

No siendo comparables estas cantidades á causa de las partes heterogéneas que encierran, las refiero al quintal, incluyendo tan solo los componentes de importancia.

	Muriato de Chile	Arena del Perú
Oxido negro	76 $^{28}/_{47}$	70 $^{40}/_{83}$
Acido muriático	10 $^{30}/_{47}$	11 $^{37}/_{83}$
Agua	12 $^{36}/_{47}$	18 $^{6}/_{83}$

Reducidos á términos modernos, estos valores serían: CuO: 62, Cl: 14, Cu: 12, H_2O: 12; y respectivamente CuO: 54, Cl: 15, Cu: 13, H_2O: 18.

3. Dos años más tarde publicó KLAPROTH (*Beiträge zur chemischen Keuntuiss des Mineralkörpers,* tomo III, p.196), el análisis de una atacamita que él dijo haber recibido de Chile, pero que probablemente venía del litoral boliviano y solo fué embarcado, en Valparaiso. Encontró.

Oxido de cobre	73,0
Acido muriático	13,3
Agua	13,5
Diferencia	0,2

ó sea CuO : 53,6, Cl : 17,3 ; Cu : 15,6, H_2O : 13,5. La discrepancia con los datos obtenidos por PROUST no es menos notable que la de estos últimos entre sí.

4. Lo mismo sucede con los trabajos de DAVY y GMELIN citados por BIBRA en su primer ensayo sobre el mineral que nos ocupa. El de DAVY fué ejecutado sobre una muestra cristalizada.

	DAVY	GMELIN
Oxido de cobre.................	73,0	71,6
Acido muriático................	16,2	16,3
Agua	10,8	12,1

es decir: CuO : 49,5, Cl : 21,0, Cu : 18,7, H_2O: 10,8, y CuO : 47,9, Cl : 21,2, Cu : 18,8, H_2O : 12,1. Las cifras correspondientes al cloro son las más altas que se hayan observado; ¿ó es que en lugar de « ácido muriático » debe entenderse « cloro », y deducirse del óxido cúprico la equivalente cantidad de oxígeno que entónces habría que tomar por agua?

5. La noticia dada por BERTHIER (*Annales des mines*, 3ª série, tomo VII, p. 542), complica aún más el asunto. Héla aquí :

« Este mineral (el oxicloruro de cobre) viene del puerto boliviano de Cobija y ha sido importado á Europa en bastante cantidad por el capitan de buque Chemillard. Se compone esencialmente de hierro oxidado magnético, granuloso y cristalino, mezclado con hierro oxidado terroso y atravesado de vetas de oxicloruro de cobre de un hermoso verde. Contiene además una pequeña cantidad de ganga pedregosa, carbonato cálcico y sulfato cálcico diseminado aquí y acá en láminas trasparentes.

« Al calcinarlo despide vapores abundantes de cloruro cúprico, y el polvo cambia de rojizo en negro. Calentado con ácido acético hasta la ebullicion, la totalidad de oxicloruro se disuelve con cierta cantidad de cal y el resíduo pesa 0,745. El carbonato de amoníaco separa mejor todavía el oxicloruro; el licor se decolora por completo por la ebullicion y deposita todo el cobre disuelto en estado de carbonato amoniacal, el cual no arrasta sinó muy pequeña cantidad del cloruro. El análisis de una disolucion acética preparada con 10 gramos del mineral, me ha dado :

			Por ciento
Oxido de cobre............	0,1200	0,2400	50,00
Cloro..........	0,0358		14,92
Cobre	0,0320		13,33
Agua.....................	0,0522		21,75

La proporcion de agua es mayor que la consignada por ningun otro observador. Sería dable, como lo advierte Dufrénoy (*Traité de minérologie*, 2ª edicion, tomo III, p. 373), quien equivocadamente atribuye procedencia mejicana á la muestra tratada por Berthier, que la presencia del hidrato férrico y yeso diera lugar á este aumento. Tampoco será lícito derivar la conposicion normal de una asociacion que contiene solo un cuarto de la sustancia en cuestion. Las proporciones indicadas obedecen más bien á la fórmula $CuCl_2 . 3CuO . 6H_2O$ que á la supuesta por Proust $CuCl_2, 3CuO, 4H_2O$ que invoca Berthier.

6. Ulex (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, tomo LXIX, página 361), se valió de muestras sacadas de un cargamento embarcado en Valparaiso con destino á Hamburgo cuyo orígen probablemente difiere poco del material de Berthier. Reconoció en la atacamita el producto de una transformacion de otras sales de cobre efectuada por la intervencion del agua del mar, y le dió por composicion la siguiente:

Oxido de cobre............	56.23
Cloro.....................	16.12
Cobre.....................	14.56
Agua......................	11.99
Sílice....................	1.10

7. Mallet (en *Rammelsberg's Handwörterbuch*, 5° suplemento, página 57), encontró en unos especímenes de 4.17 peso específico:

Oxido de cobre............	55.94
Cloro.....................	16.33
Cobre.....................	14.54
Agua......................	12.96
Cuarzo....................	0.08

lo que concuerda bastante con los datos obtenidos por Ulex.

8. Suma confianza merecen los estudios de F. Field (*Journal of Chemical Society*, tomo VII, pág. 193), á quien la parte química de la mineralogía de Chile debe tan concienzudas y valiosas indagaciones. Los cristales con que obraba, eran de unas minas de los alrededores de Copiapó, donde esta sustancia se halla diseminada en vetas y mantos, afectando ora la forma de prismas prolongados rómbicos, ora de tablas exágonas de un suave tinte esmeralda y de

4.5 peso específico. De los análisis sacó resultados muy congruentes, pero diversos de sus antecesores:

	I	II
Oxido de cobre...............	53.99	53.62
Cloro........................	14.94	15.01
Cobre	13.28	13.34
Agua..........................	17.79	18.00

9. El baron Ernesto von Bibra, quien en 1849 recorrió Chile y parte de lo que era entónces de Bolivia, es el autor de un estenso informe (*Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg*, 2º cuaderno, 1858, pág. 221) sobre ricos depósitos de atacamita á inmediaciones de Cobija. «En Chile mismo, nos refiere, los pocos mineralógos que había, reputaban la atacamita por cosa muy rara, y el Sr. Domeyko me mostró en la coleccion mineralógica de la Universidad de Santiago un pequeño trozo como de una pulgada de diámetro, cuidadosamente envuelto en algodon, enseñándome que era una gran rareza por hallarse el mineral comunmente en forma de un polvo fino en las quebradas del desierto de Atacama.

«Absortamente miré en aquella ocasion ese espécimen, porque en Europa no había visto más que un afloramiento de una línea más ó menos.

«Empero al visitar, algunos meses despues, la Bahía de Algodon, distante de Santiago como 150 millas, encontré una riqueza tan enorme de este fósil que literalmente no creía á mis propios ojos y casi quedaba en dudas aún despues de haberlo sometido al ensayo. Allá comprendí los sentimientos de los españoles cuando descubrieron el oro acumulado en aquellos paises, y como ellos me lancé á la obra sacando y removiendo cuando podía de los tesoros que nadie me disputaba.

«Es cierto que la atacamita se halla tambien en el Perú y otras partes del Pacífico; yo mismo la recogí en Valparaiso y solo la reconocí en Europa. Pero en ningun punto del globo todavía ha sido descubierta en tanta abundancia como en la Bahía de Algodon.

«En general las vetas de cobre allá corren de Norte á Sur; su potencia es bastante variable, en término medio será de uno á dos metros. La inclinacion se aproxima tanto á la vertical que ángulos de 60 á 70 grados son raros. A gran profundidad la masa de la roca se compone de diorita ó de eclojita, cerca de la superficie predomina una sienita muy cuarzosa. A veces falta la hornblenda y

la roca se reduce á una mezcla de cuarzo y albita con minerales de cobre intercalados. Son estos la calcosina, calçopirita, cuprita, ziegelerz, covellina y, en fin, la atacamita.

«La última es tan frecuente que no solo prevalece sobre las demás especies sea en venillas, sea entapizándolas, sinó que constituye por sí sola una veta con poca cuprita. Un pique cuya abertura se halla á 1600 piés sobre el nivel del océano, que baja más de 200 piés y del cual arrancan varias galerías, se encuentra casi entero de atacamita pura. Representa esta, ora una aglomeracion de masas cristalinas prismáticas del sistema rómbico, ora la cuprita y ziegelerz están impregnadas íntimamente por el cloruro. Tengo un espécimen que consiste casi todo de un agregado de octaedros pseudomórficos de cuprita, cuyos individuos de 3 á 4 líneas de diámetro se componen de los prismas romboidales de la atacamita.

«Mientras en estos y semejantes depósitos se puede suponer una descomposicion directa, hay otros que no se esplican sinó por sublimacion (?). Grandes masas radiado-foliáceas anidan sobre óxido de hierro cuprífero, ó llenan sus intersticios y revisten las oquedades de otros minerales. Por ejemplo, entre y sobre un ocre férrico cubierto de una capa delgada de cristales de cuarzo, la atacamita forma afloramientos cristalinos de color aliáceo, dando á la superficie entera un aspecto pulido y brillante.

«A veces el verde que ostentan, es perfectamente igual al de la esmeralda, más á menudo tira á moreno. Pero el exámen detenido revela la presencia de oxidulo de cobre en finísima reparticion que descansa entre los cristalitos de atacamita de los que se destaca por ser opaco.

«El agua del mar me parece suficiente esplicacion para los frecuentes depósitos de atacamita. Probablemente la inyeccion de sustancia cúprica es anterior á la elevacion de aquella region costanera sobre el océano. El volcanismo submarino calentaba y rajaba simultáneamente el fondo y las rocas felsíticas de más abajo. Por las rendijas abiertas los metales de cobre seguían subiendo, y á la vez el agua del mar irrumpiendo de arriba atacaba los ya formados. Sin duda, la misma agua ejercía su accion sobre la roca semi-líquida y sobre los minerales nacientes con los cuales comunicaba por canales subterráneos.

«La temperatura elevada de ebullicion, como consecuencia de la presion atmosférica más alta, junto con el gran calor de los vapores de agua, esplica fácilmente la transformacion de algunos minerales,

en particular la del oxidulo en cloruro; la misma alta temperatura debía tambien sublimar una parte de los nuevos minerales.»

El análisis ofrecido por Bibra

	I
Oxido de cobre..........	56.00
Cloro..................	16.11
Cobre..................	14.45
Agua..................	12.13
Sílice..................	0.91
Pérdida................	0.40

se acerca mucho á los resultados de Ulex y Mallet; pero nuevos estudios practicados por el mismo Bibra sobre los cristales de la Bahía de Algodon los colocan al lado de los examinados por Field. Hélos aquí *(Journal fur praktische Chemie,* tomo XCVI, pág. 203).

	II	III
Oxido de cobre.............	52.54	52.40
Cloro......................	14.96	15.07
Cobre......................	13.33	14.00
Agua......................	19.17	18.53

10. Enteramente distinta parece la variedad cuya descripcion dá Domeyko *(Mineralogía,* 3ª edicion, pág. 209), en los términos siguientes:

«Entre las muestras de atacamita traidas de la parte litoral del desierto de Atacama, llamaron mi atencion unas masas oxicloruradas compactas, parecidas por su color á malaquita, en partes de grano algo cristalino, y en medio de ellas cristales largos, delgados, algunos de 12 á 15 milímetros de largo y menos de un milímetro de diámetro terminados por la base, rayados á lo largo, parecidas á la turmalina, por ser la seccion trasversal de los cristales un triángulo esférico: muy lustrosos, negros por reflexion y traslucientes de un bello verde esmeralda por trasmision de la luz.

« Los cristales adhieren con tanta tenacidad á la masa que los embute que con dificultad se ha podido recoger 34 centígramos de materia cristalina pura para someterla al análisis, cuyo resultado me dá con poca diferencia un equivalente de óxido por uno de cloruro, quedando dudas acerca de la proporcion del agua».

11. Al contrario, recargado de óxido se presenta el mineral negro del distrito minero El Cobre, analizado por Stüven, sin lustre ni otro indicio de individualizacion fuera de una estructura

foliácea. DOMEYKO recuerda que minerales negros agrisados ó rojizos se hallaron en varias minas de Atacama, y resume así el análisis de STÜVEN, (l. c., pág. 210):

Cloro	7.5
Oxido de cobre	75.5
Oxido de hierro	3.6
Azufre	1.7
Agua	12.1
Sílice	0.5

De ahí deduce para la sustancia misma, en la suposicion de que se trata de un solo cuerpo mineral, despues de eliminada la pirita:

Cloruro de cobre	16.9
Oxido de cobre	68.7
Agua	14.4

En una reciente comunicacion á la Sociedad Científica Alemana de Santiago el autor introduce 15.2 por ciento de cloro por 74.7 de óxido de cobre en el cuadro primitivo, sin alterar los demás valores, en cuyo caso la proporcion no dista mucho de la ordinaria.

Compuestos que por su mezcla y exterior se alejan todavía más de la atacamita típica, han sido encontrados en Cornualla y descritos por CHURCH.

12. De un mineral de la provincia de Atacama, que por sus caracteres físicos en nada se parece á la atacamita, puedo dar cuenta detallada. Forma un aglomerado de columnas ó prismas cuadriláteros irregularmente concrecionados de color cobrizo. La seccion transversal muestra un cuadrado, pero las caras de los prismas que los más grandes alcanzan á 30 milímetros de largo y 5 de ancho, llevan estrías longitudinales y tambien indicios de ángulos entrantes, que parecen revelar la existencia de gemelos polisintéticos. Caras terminales no pude descubrir, pero sí clivajes pronunciados en el sentido de una doma. La superficie carece de todo lustre y se despega en forma de un polvo finísimo que se adhiere como ciertas variedades de hierro oxidado. Cortado con el cuchillo aparenta dibujos marmóreos verdeantes, que no dejan duda sobre la heterogeneidad de los componentes.

Atacado por los ácidos nítrico ó clorhídrico diluidos, la sustancia se disuelve con abandono del polvo rojizo, que visto bajo el micros-

copio deja reconocer cristales mínimos de forma octaédrica ora sueltos, ora pegados y asociados con un poco de ripio blanco. Acido clorhídrico fuerte diluye los cristales rojos en una solucion amarilla y separa la sílice; esta solucion contiene solo vestigios apenas perceptibles de cobre. La solucion nítrica está libre de hierro.

Ante el soplete y sobre la lámpara los cristales grandes muestran todos los caractéres de la atacamita.

El análisis les asigna:

	Oxido de cobre	48.04
	Cloro	11.62
	Cobre	10.39
	Sulfato de cal	0.40
	Agua	13.81
Parte insoluble	Sílice	1.78
	Oxido férrico	13.96

con esclusion de la parte accidental, se tendría:

Oxido de cobre	57.01
Cloro	13.79
Cobre	12.11
Agua	17.09

correspondiendo exactamente á la fórmula $CuCl_2$, 4 CuO. 5 H_2O. y aproximándose á los análisis en 8 y 9 II, III, que con alguna tolerancia se ajustan á $CuCl_2$, 3 CuO. 5 H_2O.

13. De la mina María Luisa, del mineral El Cobre se ha sacado, hace muchos años, un pedazo de calcosina compacta, que muestra una cavidad cuyas paredes están cubiertas de una costra anaranjada cristalina, mientras transversalmente se cruzan y entrelazan cristales delgados ó escalóides, resplandecientes, negros, lijeramente rayados que á primera vista podrían tomarse por turmalina. Llegan hasta 12 milímetros de largo segun es la distancia entre los puntos de insercion, siendo los extremos siempre embutidos de tal manera en la masa amarilla que no fué posible determinar las caras de que se componen, por ser muy friables. El ancho de los cristales es de un milímetro en los mejor conformados, y consiste en dos caras paralelas tolerablemente planas; el grueso es solo de $\frac{1}{6}$ á $\frac{1}{5}$ milímetros, concurriendo en él cuatro caras prismáticas tan imperfectamente desarrolladas que no permiten medir con exactitud sus ángulos que si no son idénticos, se desvían poco de los obser-

vados para ∞P, $\infty \breve{P} \infty$ en la atacamita. Los ejemplares más chicos toman bello color verde en la luz refractada, el mismo es propio del polvo de los demás.

La costra micro-cristalina que les sirve de criadero, consiste en su mayor parte de óxido de hierro con una muy reducida porcion de ácido sulfúrico. Los cristales cuyo peso específico es de 3.11, muestran tambien vestigios de ácido sulfúrico y constan de:

Oxido de cobre..........	54.77
Cloro....................	15.77
Cobre..................	14.10
Agua................,....	15.36

14. Distinta de las precedentes es tambien la composicion de una atacamita que encubre toda la superficie de un gran rodado, de propiedad de D. Santiago Martinez, y cuyas señales son casi idénticas con las que menciona Field. Láminas muy finas de contornos angulosos pero irregulares, de un verde muy oscuro y provistas de surcos ó rayas paralelas. La roca que las sostiene fijadas en un lecho ocraceo, está rotulada «Rodado encontrado en el llano Juego de Chueca, á 3 leguas de la mina Zorraquina, del mineral de Chañarcillito, entre Copiapó y Puerto Viejo de Copiapó, 14 leguas distante del puerto de Caldera. Enero de 1877».

Oxido de cobre..........	55.06
Cloro....................	16.18
Cobre..................	14.47
Agua....................	13.93
Parte insoluble..........	0.36

15. Otra muestra traida por el finado geólogo Volkmann, de una mina por cuyo nombre apunta el del dueño «Erdmann», cerca de Copiapó, se parece en todo á la anterior. El resíduo insoluble en ácido nítrico es un polvo negro-amarillento algo voluminoso.

Oxido de cobre..........	53.31
Cloro....................	15.64
Cobre....................	13.99
Agua....................	14.04
Sulfato de cal..........,.	vestigio
Parte insoluble..........	3.15

16. Ahí pertenece tambien la atacamita de Los Bordos, pegada en forma de tenues escamas á un criadero arcilloso atrevesado por venillas del oxicloruro. Debajo de la sal verde se asoma una capa de óxido moreno de hierro y uno que otro cristal de yeso. Asímismo constituye el óxido de hierro la suma de las partículas que resisten á la accion de los ácidos diluidos.

Oxido de cobre..........	56.48
Cloro..................	15.14
Cobre..................	13.54
Agua..................	14.43
Acido sulfúrico..........	0.13
Parte insoluble..........	0.45

17. El sulfato de cal es el compañero constante de muchas atacamitas. Segun Domeyko, el nucleo de las masas es á veces ocupado por un cristal de yeso. Su presencia, que de ninguna manera es esencial para la constitucion del oxicloruro, arroja luz sobre su orígen. No falta tampoco en dos otras muestras procedentes de la provincia de Atacama, cuya localidad no va designada. En ambas la sal verdi-negra se eleva en forma basáltica de un lecho de arcilla blanca, que en todas direcciones va atravesada por venillas verdi-claras. La masa apretada de los cristales filiformes no deja reconocer caras distintas, la seccion transversal tiene apariencia celular, porosa como ciertas lavas ó escorias. Uno que otro grano de hierro rojo se esconde en los intersticios; pero al pulverizar se separa fácilmente.

	I	II
Oxido de cobre.............	54.55	55.65
Cloro......................	16.30	15.82
Cobre......................	14.58	14.15
Agua......................	13.39	14.30
Sulfato de cal..............	vestigio	vestigio
Residuo....................	0.93	0.08

18. Omito de apuntar la composicion de las asociaciones en que la atacamita sale adulterada por ocre, óxidos y sulfatos de varias bases, que abundan por toda la region minera del norte y algunas de las cuales son ricas en plata. Sin embargo, para darse cuenta de los procesos que concurren en la formacion del oxicloruro, no es indiferente su vasta difusion por todos los niveles. Raimondi lo menciona en compañía con la argentita, cerusita y crisocola de

Arequipa, con la marcylita, calcosina y brochantita del camino de Arequipa y con la kerargirita, argentita y malaquita de Huantajaya.

El mineral que Breithaupt (*Berg-und Hüttenmännische Zeitung*, tomo XXIV, pág. 310) describe bajo la denominacion de atlasita, procedente del cerro de Chañarcillo, no es más que una malaquita impregnada con atacamita. Bibra (*Beiträge zur Naturgeschichte von Chile*, pág. 6, en *Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien*, tomo V) denuncia la última tambien como existente en el granito de Valparaiso. Tanto en las llamadas blancas como en los carbonatos de cobre naturales su presencia es muy comun. En una malaquita de verde-puerro del manto Tres Gracias, mineral Pueblo Hundido, departamento de Chañaral, encontré:

Oxido de cobre...........	67.4
Cloro.....................	0.5
Acido sulfúrico...........	2.4
Cal.......................	2.2
Agua y ácido carbónico....	21.4
Residuo...................	6.1

Valdría un estudio detenido determinar los limites geográficos de esta cloruracion que no puede ser la obra de las aguas circulantes y más bien indica trastornos de trascendental alcance.

19. En cuanto á la composicion química que aquí tratamos de preferencia, basta una mirada á los cuadros insertados para desistir del propósito de referirlos á una sola fórmula típica, aún cuando solo se la reservara para los números 13 á 17. Porque la mayor parte de las sustancias escogidas no solo son de ejemplar pureza: es preciso no olvidar que las pocas y sencillas operaciones analíticas que se exigen para determinar la proporcion de los componentes, no dejan lugar á desviaciones de consideracion. El cloro bajo las circunstancias dadas se puede dosificar con plena exactitud hasta centésimos de por ciento. Es, pues, inadmisible, tomar las variaciones por casuales. Para mayor claridad sigue un cuadro que comprende los minerales antes enumerados calculados en su estado normal:

	13	14	15	16	17	
					I	II
Oxido de cobre.....	57.01	54.77	55.26	56.77	55.26	55.70
Cloro..............	13.79	15.77	16.24	15.21	16.45	15.83
Cobre..............	12.11	14.10	14.52	13.61	14.72	14.16
Agua...............	17.09	15.36	13.98	14.41	13.57	14.31

Sin escrúpulo se reunirían los números 6, 7, 9 I, 14, 15, 16, 17 en todo caso en que la complicacion de la constitucion atómica justificara cierta tolerancia. Porque todos ellos se acercan á $CuCl_2$. 3 CuO. $3\frac{1}{2}$ H_2O. Los autores asignan á la atacamita unos la fórmula $CuCl_2$. 3 CuO. 3 H_2O, otros $CuCl_2$, 3 CuO. 4 H_2O. Reproducimos los valores para cada una:

	3 H_2O II	$3^1/_2$ H_2O II	4 H_2O II
Oxido de cobre.........	55.85	54.72	53.59
Cloro..................	16.63	16.29	15.96
Cobre..................	14.87	14.57	14.27
Agua...................	12.65	14.42	16.18

Ahora, á saber mio, la última de las tres en la naturaleza no tiene real existencia. Pero aún la segunda que aparentemente sostienen diversas cristalizaciones, es demasiada complicada para ser aceptada. Con justa razon se debe suponer las combinaciones más sencillas en los minerales, por ser las únicas duraderas y resistentes. Para los silicatos que parecen formar escepcion de este principio establecido por la química sintética, últimamente F. W. Clarke en una conferencia celebrada ante la Asociacion Británica en Manchester, ha insistido en hacerlo valer en todas sus consecuencias. Y en verdad, los silicatos más volubles en cuanto á su composicion, son precisamente los que han sido demostrados por simples mezclas ó por asociaciones de dos especies perfectamente circunscritas y relativamente poco complicadas en su estructura molecular.

Admitamos por el momento que la segunda formulacion esprese bien los casos designados cuyo término medio ni siquiera se aviene con lo que pide la teoría. Entónces habría que inventar para 3, 4, 5, 8, 9 II, III, 12, 13 otros tipos nuevos. La existencia de tan numerosas combinaciones que entre sí distan por fracciones crecidas ó sea por cuotas muy pequeñas, pugna con el hecho de que raras veces dos sustancias son combinables en proporciones que poco difieren entre sí. Además, á estos cambios debían corresponder variaciones de aspecto y de forma que la atacamita no revela en igual grado. Sin embargo, la irregular conformacion de los cristales, sus ángulos variables dentro de límites no bien determinados (véase á este respecto los estudios de Brögger y vom Rath, contenidos en la *Zeitschrift für Krystallographie*, tomos III y V), su aglomeracion y aparente mutilacion son otros tantos elementos que abogan en pro de la opinion que la atacamita raras veces es una

unidad mineralógica, sinó que se compone generalmente de dos ó más individuos que se juntan en diversas proporciones.

Este modo de ver es análogo á la teoría de Tschermak sobre los feldespatos, ó para citar un ejemplo que más se acerca al caso presente, á la chabacita y los homólogos que Streng incluye en ella. Sin duda hay muchos minerales á que debe aplicarse esta génesis que se conforma admirablemente bien con las condiciones de una lenta deposicion que es la más verosímil. Me faltan materiales y datos para pronunciarme sobre los tipos extremos que servirían de base á la atacamita: el uno es probablemente $CuCl_2 . 3 CuO . 3 H_2O$, como en 6 y 7, el otro es relativamente más rico en óxido de cobre y mucho más en agua, tal vez, $CuCl_2 . 4 CuO . 6 H_2O$.

20. Las analogías que ligan la atacamita y la malaquita y brochantita, confirman estas aserciones. Fué Naumann quien urgió las relaciones que pueden establecerse entre el cloruro y el carbonato, guiado por el propósito de esplicar su metamórfosis por un simple cambio de una parte de los constituyentes. Más palpable es la semejanza con la brochantita ó sea el conjunto de los sulfatos básicos que ocurren en circunstancias no muy diversas de la atacamita, á la que se parecen á tal punto por su color y formas cristalográficas que para la simple vista á veces se confunden. En atencion á sus componentes, se repite la misma inconstancia que ha motivado las prolijas comparaciones en 19. Solo para el subsulfato la nomenclatura ha llegado á hacerse más intrincada, por ser de más frecuente ocurrencia.

Tuve oportunidad de examinar unas agujas finísimas de 6 milímetros de largo y $\frac{1}{5}$ de ancho, procedentes de las cercanías de Tocopilla. Los cristalitos de verde yerba eran de tal suerte embutidos en una misma masa rojo-morena compuesta de infinitos granitos de hierro oxidado que mecánicamente era imposible separarlos. Sigue el cuadro analítico:

Oxido de cobre.......	51.70	69.61
Acido sulfúrico........	13.25	17.95
Agua..	9.18	12.44
Parte indisuelta......	26.18	—

Las cifras dan exactísimamente la fórmula $SO_4Cu . 3 CuO . 3 H_2O$, ó sea la proporcion tan rebuscada para la atacamita. Comunmente á la brochantita se le asigna una fórmula más complicada, y

PISANI reclama por la langita SO_4Cu. 3 CuO. 4 H_2O es decir una proporcion igual al tipo medio del oxicloruro.

21. Felizmente disponemos de una larga série de reproducciones artificiales de oxicloruros que ilustran las leyes de su formacion.

Entre los colores de base de cobre que aprovechan los pintores, se comprenden varios clorurados básicos. Al esponer planchas de cobre al aire libre despues de humedecidas por sal amoniaco ó ácido clorhídrico, resulta un bonito color verde; el llamado azul de Bremen se prepara por precipitacion de una mezcla del cloruro con vitriolo por álcali cáustico. El depósito que se obtiene por este procedimiento, varía en su composicion segun la proporcion del precipitante. Al emplear solo tres quintos del álcali que se necesita para remover el cobre de una solucion clorurada, el precipitado corresponde á la formulacion $CuCl_2$. 2 CuO. 4 H_2O. KANE (*Recherches sur la nature et la constitution des composés d'ammoniaque*, en *Annales de Chimie et de physique*, 2ª serie, tomo 72) ha demostrado que este producto puede perder sucesivamente uno, dos y cuatro moléculas de agua. Calentado á 250° centígrados se trasforma en un polvo anhidro de color negro, que tratado con agua reverdece y reasume tres moléculas de las que vuelve á despedir dos á 140° centígrados.

El más constante entre los diferentes oxicloruros es el cloruro tribásico $CuCl_2$. 3 CuO. 4 H_2O que se origina reemplazando exactamente el cobre por álcali. KANE obtuvo una sal azuleja de la fórmula $CuCl_2$. 4 CuO. 6 H_2O, tratando el cloruro amoniacal por el agua. Mediante el amoniaco, que manifiesta una afinidad particular para el cobre, se pueden procurar tambien otros compuestos más complicados. Al agregarlo en cantidad insuficiente á la mezcla hirviendo de una parte de vitriolo azul con dos de sal marina resulta un precipitado $CuCl_2$. 3 CuO. 3 $\frac{1}{2}$ H_2O. Tomando potasa en lugar de amoniaco REINDEL obtuvo $CuCl_2$. 3 $\frac{1}{2}$ CuO. 4 $\frac{1}{2}$ H_2O. Por sobresaturacion con amoníaco y subsiguiente levigacion del resíduo de evaporacion preparó NEUMANN $CuCl_2$. 6 CuO. 9 H_2O. Calentando á 200 grados la mezcla del nitrato tribásico de cobre ó á 100 grados la del sulfato con sal marina DEBRAY (*Bulletin de la Societé Chimique*, tomo VII, página 104) ha logrado producir $CuCl_2$. 3 CuO. 3 H_2O.

La imcorporacion de acetato de cobre á la solucion hirviendo de los cloruros alcalinos ó el caldeo de cloruro de cobre con los acetados alcalinos da lugar á la precipitacion de $CuCl_2$, 3 CuO. 3 $\frac{1}{2}$ H_2O.

Field constata (*Philosophical Magazine*, 4ª série, tomo XXIV, p. 123) que al echar un hipoclorito alcalino á la solucion del cloruro cúprico en exceso, el precipitado es representado por $CuCl_2$. 3 CuO. $4 H_2O$, pero cuando la reacion dura corto tiempo, retiene más agua y se convierte en $Cu Cl_2$. 3 Cu O. 6 H_2O.

Como se ve claro en el último caso, estos símbolos no corresponden necesariamente á una combinacion determinada; en general los precipitados son mezcla de diferentes sales cuya naturaleza cambia con las condiciones en que se producen. Con todo eso, es indudable que existen genuinos oxicloruros de diferente constitucion.

22. Ninguno de los métodos del laboratorio es aplicable á los procesos que obra la tierra en sus entrañas. Porque en ella no hay álcalis, ni amoníaco, ni hipocloritos. Solo el esperimento de Debray podría escepcionalmente haberse verificado. Luego no hay por qué apelar al fuego volcánico; su accion, á lo más, habrá influido en uno que otro punto para alterar posteriormente las eflorescencias verdes. La agrupacion de estas últimas que ordinariamente forman mantos ó costras poco espesas, su acompañamiento por el sulfato y carbonato de cal, su íntima mezcla con el óxido de hierro y oxidulo de cobre son otros tantos indicios para remontar á su verdadero orígen, que si bien se relaciona con una irrupcion del mar ó con el descenso de aguas marinas suspendidas en más altos horizontes, exije más detalles para ser trazado paso por paso.

Tanto se deduce de su criadero ordinario que la sal marina que á lo largo ataca el carbonato, sobre los sulfuros no ha reaccionado directamente sinó por intermediacion de sus productos de oxidacion. Las piritas y demás minerales cupríferos que son reclamados por fuente primitiva de las sales oxigenadas, deben haber esperimentado con anticipacion la influencia destructora del aire atmosférico que en otras partes se manifiesta por inmensas masas de polcuras y vitriolos ocráceos. La presencia del yeso en cristalizaciones é imbibiciones parece confirmar esta suposicion. Porque si gran parte del yeso que sirve de criadero en las minas, desciende de épocas más remotas, su inyeccion en los productos neógenos hace pensar en una metamórfosis del carbonato cálcico que desprendido de las salbandas por medio de las aguas aciduladas, habrá cambiado su ácido inerte por el enérgico que le prodigaban los sulfatos de cobre y hierro. Separada la parte electro-negativa de estas bases, procedieron á departir entre sí el oxígeno conforme á sus afinidades, quedando el hierro de peróxido y el cobre de

oxidulo, y cambiando el último, respectivamente el carbonato ó silicato donde había, fácilmente en oxicloruro por el agua salada, mientras que del hierro no existe semejante combinacion. Muchos afloramientos del cloruro así formado, hoy se encuentran en situacion secundaria. El cobre metálico por la accion prolongada del agua salada da orígen al mismo producto; como se ha probado en objetos de este metal echados al mar ó en el *aerugo nobilis* de las monedas antiguas.

23. Importantes revelaciones sobre la constitucion y el modo de formarse de la atacamita nos ha dado BERTHELOT en la memoria: *Recherches sur les sels basiques et sur l'atacamite (Annales de chimie et de physique*, 5ª série, tomo XXIII, pág. 566). Los datos que suministra la termometría, son un precioso complemento á nuestro bosquejo sobre la atacamita de Chile.

La sal sobre la cual ha obrado BERTHELOT (no dice de donde era), obedecía á la fórmula $CuCl_2 . 3\ CuO . 4\ H_2O$. La cantidad del calor desarrollado por la disolucion del cloruro en contacto con la potasa era casi igual á la que se desprendía de la reaccion sobre el óxido de cobre, mientras que la formacion del oxicloruro anhidro apenas era acompañado de calor alguno. Esto prueba «que el lazo principal que une el sistema complejo del oxicloruro es el agua». Por consiguiente, es imposible que la atacamita sea el resultado de la sustitucion del agua de hidratacion en el cloruro por el óxido metálico. A la vez, el calor de formacion es tan grande en la atacamita que pasa del doble del que produce la simple disolucion del cloruro anhidro. Basta pues que este hidrato sea descompuesto en lo más mínimo por el calor ó por la presencia de una sal estraña para ver nacer la atacamita siempre que no falte el óxido necesario. Sería instructivo determinar el calor que corresponde á la incorporacion de cada nueva molécula de cobre. Esta rápida y enérgica constitucion es una razon más para reconocer en la sal natural cristalizada la influencia de los diversos factores que concurren á modificar su composicion.

DR. L. DARAPSKY.

Santiago, Marzo de 1888.

INFORME

SOBRE

PAVIMENTACION DE LA CIUDAD

PRESENTADO AL

SEÑOR INTENDENTE DEL MUNICIPIO DE LA CAPITAL

Por los señores Arquitectos JUAN A. BUSCHIAZZO y PABLO BLOT

é ingenieros LUIS A. HUERGO, RÓMULO OTAMENDI y GUILLERMO WHITE

Buenos Aires, Setiembre 6 de 1888.

Señor Intendente Municipal de la Capital, D. Guillermo Cramvell.

Los que suscribimos nombrados en Comision para informar sobre las causas que contribuyen al deterioro de los afirmados del Municipio, y del medio de evitarlo, como igualmente respecto de la clase de pavimentos que sea más conveniente adoptar y las condiciones y formas de construccion de los mismos, despues de un maduro estudio hecho sobre los variados puntos que abarcan las cuestiones cuya solucion nos está cometida, hemos arribado á las siguientes conclusiones :

I. ¿QUÉ CAUSAS CONTRIBUYEN AL DETERIORO DE LOS AFIRMADOS?

La Comision no hesita en asegurar que el deterioro, casi la destruccion de los afirmados en general se debe á las siguientes causas:

1ª Al mal sistema adoptado;

2ª A la mala naturaleza del terreno;

3ª A su mala ejecucion;

4ª A la falta de entretenimiento;

5ª Al numeroso tráfico de carros pesados con dos ruedas solamente, con llanta angosta y excesivamente cargados;

6ª A las frecuentes remociones para la colocacion de cañerías de gas, aguas corrientes y cloacas, tramways y la manera imperfecta de hacer las composturas.

La simple enumeracion de estas causas basta para patentizar hasta qué punto concurren ellas para destruir por completo el afirmado y cuán enérgicas y radicales necesitan ser las medidas que se tomen para impedirlo.

Los diversos sistemas de afirmados tienen su adopcion propia segun los barrios ó las secciones dentro de cuyo perímetro deban actuar los elementos de viabilidad en armonía con la higiene y sus necesidades peculiares.

Hasta ahora no se ha procedido siguiendo un plan, y así se vé en las calles del Municipio alternando indistintamente el empedrado comun y el afirmado de madera, el adoquinado de diversos sistemas y el empedrado misto con trotadoras, siguiéndose tambien indistintamente las mismas reglas en la preparacion de la cama en que descansan los diversos sistemas.

Las calles recien pavimentadas se ven cruzadas transversalmente por zanjas en las cuales apenas se ha amontonado la piedra ó el adoquin levantado sin cerrarse definitivamente y sin el menor apisonamiento del terreno, y por último se produce con frecuencia el hecho de venir una cuadrilla de las Compañías de Gas, Aguas Corrientes ó Tramways, siguiendo paso á paso un adoquinado en construcion y abriendo profundas zanjas á medida que se está terminando.

A todo esto se agrega la mala condicion de nuestro suelo que requiere una preparacion artificial que lo consolide, cosa completamente descuidada en la actualidad.

La Comision considera sin embargo, que no es oportuno introducir un cambio radical en el sistema de afirmado hasta tanto se hayan terminado completamente las remociones á hacerse en las calzadas para las conexiones de las cloacas domiciliarias, por eso se limita en este punto á indicar las mejoras de que puede ser susceptible el sistema actual, como tambien la forma más conveniente y económica para ejecutar las composturas.

II. ¿CÓMO SE EVITA EL DETERIORO DE LOS AFIRMADOS?

Para evitar el deterioro como consecuencia de la destruccion del afirmado hay en primer lugar que dar preferencia á la forma de los adoquines, exigiéndose que estos sean perfectamente labrados y de medida uniforme y no permitir sinó una tolerancia muy limitada para las diferencias que pueden tener entre sí. Hoy se emplean adoquines de dimensiones tan diversas, tan mal labrados y con cortes tan defectuosos que no deberían llevar el nombre de tales.

En segundo lugar debe tratarse en lo posible que el pavimento sea impermeable, evitando que las aguas filtren por las juntas y humedezcan la caja, causa principal de los vaches que se notan á los pocos dias de estar terminado. Debe, pues, emplearse el cemento Poggi bien aplicado ó el asfalto, cuyo buen resultado puede palparse en varias calles de la ciudad y en los mismos terceros donde á pesar de haberse construido el afirmado sobre un alto terraplen se mantiene en buen estado. El sistema tiene pues las ventajas de la duracion, de ser perfectamente higiénico y de facilitar el lavado y barrido de la calzada. Otra de las causas que contribuyen tambien á la pronta formacion de los vaches, es la manera imperfecta de consolidar el terreno y la irregularidad y escacez de la capa de arena.

Para que la consolidacion del terreno sea bien hecha, y para que los contratistas no cometan fraudes en la distribucion de la arena es indispensable obligarlos á preparar el terreno en zonas

de no menor estension de cincuenta metros de largo perfecta y uniformemente apisonadas al nivel determinado para recibir encima el espesor de la capa de arena y del adoquin. Solo entónces se permitiría colocar encima la una y el otro, confiando la inspeccion del trabajo á los dos vecinos mayores contribuyentes de cada cuadra, los que se entenderán directamente con la Oficina de Ingenieros, de la cual recibirán copia del contrato y pliego de condiciones.

Otra de las causas principales que contribuyen notablemente á la destruccion del afirmado es, como se ha dicho, la remocion del mismo para la colocacion de cañerías y vías de tramways. Para evitarlo, la Comision aconseja esta medida radical.

Que se recabe la sancion de ordenanzas donde se establezca :

1° Que el cambio de cañería vieja por nueva y el establecimiento ó colocacion de cañerías en las calles que no las tengan, deberá quedar terminada conjuntamente con la conexion de las cloacas domiciliarias;

2° Que dentro del mismo término y en aquellas calles cuyas aceras tengan menos de $2^{m}50$ de ancho, deberán colocarse ramales desde el caño maestro hasta el cordon de la vereda desde donde se sacará la provision domiciliaria del gas, con absoluta prohibicion de abrir la calle con ese objeto ;

3° Que en aquellas calles que no tengan aún cañerías de gas, y cuyas aceras midan más de $2^{m}50$, la cañería deberá colocarse en estas y no en la calle;

4° Prohibir en absoluto la apertura de calles á las empresas de gas despues de la fecha fijada en el artículo I, y dentro de un número de años, consintiéndola despues de haber vencido este término al solo objeto de cambiarla por nueva, pero colocándola en las aceras en vez de la calle, en todas aquellas que tengan de $2^{m}50$ de ancho para arriba.

La colocacion de las vías de tramway, son tambien un elemento concurrente en la destruccion del afirmado, puesto que su construccion y reconstruccion es defectuosa y se hace como cosa secundaria sin guardar ninguna de las precauciones aconsejadas por la esperiencia, por cuya razon se producen inmediatamente despues de una lluvia, filtraciones que traen resblandecimiento del terreno minando por su base el afirmado, al punto de producirse con frecuencia al pasar los vehículos sobre los rieles, chorros de barro líquido que bañan al que acierta á pasar en esos momentos por las aceras.

Es en consecuencia necesario reformar la colocacion de estas vías de tramway, pues por más bien construido que esté el afirmado y por más que este descanse sobre cimiento sólido será fácilmente destruido si los rieles no se colocan de manera que se impida la filtracion de las aguas hasta la caja del camino.

Opina la Comision, que deberían asentarse las vías sobre una base sólida, que no permita la flexion de los rieles ni que se establezca en la parte superficial del afirmado la solucion de continuidad de su bóveda.

Viene en seguida la necesidad de establecer una ordenanza que fije el ancho de las llantas de los rodados, que estos descansen sobre cuatro ruedas montadas sobre elásticos, que sea uniforme en todos, la trocha de 1m44, y que se reglamente la carga, así como tambien la determinacion de la clase de vehículos que pueda transitar por cada seccion segun la naturaleza del afirmado que se adopte definitivamente.

III. COMPOSTURAS

Las composturas del afirmado es el complemento de este capítulo y uno de los puntos cuya solucion es de la más grande y trascendental importancia. Porque si despues de adoptarse definitivamente los diversos afirmados aconsejados, y aún ahora mismo para los adoquinados que se ejecutan, no se tiene en vista su conservacion bajo un plan meditado, uniforme y permanente serán estériles todos los esfuerzos que se hagan para dotar á la Capital de un buen sistema de viabilidad, y mal gastados los tesoros que se inviertan en su ejecucion.

La Comision se decide y aconseja como el sistema más económico y eficaz para el entretenimiento y conservacion de los afirmados, la formacion de cuadrillas municipales con personal competente dirigidos por buenos y prácticos capataces nombrados por la oficina de Obras Públicas, como única reparticion capaz de apreciar su competencia.

Estas cuadrillas serían organizadas y distribuidas en la forma más conveniente teniendo por objetivo la celeridad y perfeccion de la ejecucion de los trabajos, de manera que las reparaciones

se hagan en el acto de iniciado el desperfecto. De este modo podrá formarse en breve un personal competente con el cual podrán conservarse en perfecto estado nuestras calles con una eficacia y economía imposible de conseguir, si el trabajo fuere confiado á empresas particulares.

IV. ¿QUÉ CLASE DE PAVIMENTO DEBE ADOPTARSE?

Adoptadas las medidas de prudente prevision que dejamos enunciadas, y terminadas las obras de conexion de las cloacas domiciliarias, podría empezarse la pavimentacion definitiva del Municipio, pero subordinada á un criterio científico, si es posible decirlo así. Habría que armonizar las medidas que últimamente se dictaren á este respecto á la idea preconcebida de llegar por una série de medidas preparatorias al *desideratum* de esta cuestion.

En este sentido la Comision, se decide por aconsejar la adopcion definitiva del afirmado general bajo la base de las siguientes divisiones :

(*a*) Pavimentacion de la parte central de la ciudad.

(*b*) Pavimentacion de los alrededores de la misma.

(*c*) Pavimentacion de la parte sub-urbana.

(*d*) Pavimentacion de las avenidas de entrada para los carros de carga.

(*e*) Pavimentacion de las avenidas generales.

Para la parte central de la ciudad, la Comision propone el afirmado de madera del sistema empleado en París, con las modificaciones adoptadas por la compañía «Pavages en Bois».

Para la segunda zona opinamos que debe adoptarse el adoquinado granítico de paralelipípedos perfectamente regulares de las dimensiones máximas de 0^{m} 20 de largo, 0^{m} 10 de ancho y mínima 0^{m} 15 de altura, colocados sobre una capa de concreto de 0^{m} 15 de espesor, compuesto de 0^{m} 880 de arena Oriental, 0.660 de pedregullo y 200 kilos de cemento Portland, dispuesta sobre el terreno bien consolidado con cilindro á vapor de un peso apropiado. Sobre este cimiento se pondrá una ligera capa de arena de la Banda Oriental, y encima los adoquines á los cuales se tomarán las juntas con cemento Poggi ó Asfalto.

Para las zonas esteriores fuera de las comprendidas en el rádio de las cloacas, podría emplearse el adoquinado comun del sistema antiguo mejorado segun las indicaciones del párrafo II.

Para las avenidas de entrada á la ciudad se propone el adoquinado correspondiente á la zona *(d)*.

Para las avenidas generales aconsejamos el sistema de Mac-Adam, para el cual podría emplearse el material á estraerse de las calles centrales. Este pavimento debe hacerse sobre un suelo perfectamente consolidado por medio de cilindro á vapor de mucho peso, colocar encima una primera capa de piedra de $0^{m}15$ de espesor, reducida al tamaño de $0^{m}04$ y despues de cilindrada colocarse otra de la misma piedra de $0^{m}10$ de espesor, y despues de bien comprimida se dispondría encima otra capa de $0^{m}10$ de piedra calcárea de las canteras del país, la que á su vez sería perfectamente cilindrada. Este último estrato de piedra calcárea con la accion del rodado se tritura y forma con el agua de las lluvias y riego una capa lisa dura é impermeable, de un aspecto agradable, y á más de reducir á su menor espresion el coeficiente de traccion, impide la formacion del barro y facilita su barrido y riego. Los ejemplos de los magníficos caminos macadamizados de Europa segun este sistema, comprueban la conveniencia de su adopcion para nuestras largas avenidas.

Una de las medidas convenientes para evitar que se llenen de barro las calles centrales, sería la de fijar aquellas por donde deben entrar al centro los carros de carga que vienen de las afueras. Así se podría en los estremos de estos caminos de entrada, donde alcanza el servicio de las Aguas Corrientes y Cloacas, establecerse hondonadas ó depresiones llenas de agua por donde se lavarían los carros al pasar. Estos receptáculos de agua se podrían hacer en terrenos adquiridos con este objeto por la Municipalidad á un lado del camino ó bien podrían establecerse en el centro del mismo formando una especie de plaza con arboleda ensanchando el camino de uno y otro lado.

Los sistemas de empedrado comun y de trotadoras deben abolirse completamente.

Como complemento á este plan general que dejamos espuesto, piensa esta Comision, que sería de gran importancia que se declarase parte integrante de la vía pública, las aceras de todas las calles construyéndolas y conservándolas la Municipalidad prévia la fijacion de una contribucion por metro cuadrado á cada propiedad.

De esta manera se obtendría uniformidad en su construccion y materiales, una buena conservacion y desaparecería pronto el feo espectáculo que ofrece actualmente el mosaico de veredas que en cada cuadra se compone de ocho ó diez trozos distintos de piedra, cemento, baldosas, etc., unas con cordones gruesos de granito, otras con piedra delgada, diferentes pendientes, escalones, etc.

Cree la Comision además, que el sistema más eficaz para conseguir de las empresas constructoras de afirmados el cumplimiento de las obligaciones del contrato, es el de distribuir á los vecinos propietarios de cada cuadra en ejecucion un ejemplar impreso del pliego de condiciones, y encargar especialmente á los dos mayores contribuyentes la vigilancia de la obra bajo la superintendencia de la oficina de Obras Públicas.

Dejándo con esto terminado nuestro cometido, tenemos el honor de saludar al señor Intendente con nuestra mayor consideracion.

JUAN A. BUSCHIAZZO. — GUILLERMO WHITE. — LUIS A. HUERGO. — RÓMULO OTAMENDI. — PABLO BLOT.

ESTUDIO

SOBRE EL

TEOREMA DE STURM Y SUS APLICACIONES

(Memoria premiada por la Sociedad Científica Argentina con una Placa de oro en 1885)

ANTECEDENTES BIOGRAFICOS DE C. STURM

El mérito de las obras de este eminente matemático, los servicios importantísimos que ellas han prestado, tanto en su pais como fuera de él, y su larga y laboriosa vida científica nos inducen á trazar á grandes rasgos un bosquejo de su biografía y una reseña de sus trabajos principales, con el objeto de dar á conocer entre nosotros al autor del famoso teorema que lleva su nombre y el modo cómo llegara á su descubrimiento.

Los datos que con este fin hemos tomado son debidos casi en su totalidad á personas que le conocieron y le trataron ó compartieron con él desde sus primeros años, muchos de los trabajos que por aquella época enriquecieron las ciencias físicas y matemáticas; entre ellos podemos citar á Fourier, Ampère, Arago, Collandon, Liouville, Prouhet, etc.

Nació Charles Sturm en Génova el 29 de Setiembre de 1803, perteneciendo á una respetable familia protestante de Strasburgo, que abandonó esta ciudad por el año de 1760 (1).

El nombre de Sturm no es desconocido en la historia, pues en ella figuran dos hombres célebres del siglo XVI: Jacques Sturm, Presidente de la República de Strasburgo, y que tanto se distiguió en las luchas de la heróica ciudad contra Cárlos V.; y Juan Sturm, teólogo afamado, cuyo nombre aparece ligado en muchas cuestiones literarias, políticas y religiosas de aquella época.

(1) GERONO et POUCHET, *Bulletin de Bibliographie, d'Histoire et de Biographie Mathématique*.

El jóven Sturm reveló desde sus primeros años disposiciones extraordinarias por el saber, obteniendo los primeros premios en las aulas que frecuentó; aprendió con facilidad los idiomas antiguos y modernos, la literatura y la historia; pero desde esa época mostró ya preferencia por los estudios científicos.

Sturm abandonó el colegio en 1818 para ingresar en la Academia de Ciencias de Génova, donde empezó su carrera científica bajo la direccion de maestros de la talla de Shaub, Dufour, Lhuilier; este último que siempre le pronosticaba un brillante porvenir, vivió lo necesario para ver realizada su profecía.

Pero como todas las circunstancias no pudieran serle propicias, la muerte de su padre acaecida en 1819, le obligó á distraer la mayor parte de su tiempo para proporcionar la subsistencia necesaria á su familia, empezando por dar lecciones particulares de matemáticas y entrando como profesor de la familia de Broglié; á él fué encomendada la educacion de M. Broglié, hijo de la célebre Mme. Staël.

Por esta misma época *Le Journal de Gergonne* empezó la publicacion de una série de memorias interesantes debidas á Sturm y que consignaremos más adelante.

A fines de 1823, Sturm se trasladó á Paris, pobre y desconocido aún, pero lleno de fé y dispuesto siempre á perseguir este su ideal : el cultivo de las ciencias; regresó de allí al poco tiempo en compañía de su amigo de infancia M. Collandon, físico distinguido y que fué más tarde catedrático de la Academia de Génova.

Desde 1825 á 1829 los dos amigos y cólegas emprendieron el estudio de muchas cuestiones de física, cón tan feliz éxito que al poco tiempo la Academia les otorgaba el *gran premio*, propuesto por Arago, Ampère y Fourier al mejor trabajo sobre la compresibilidad de los líquidos.

Poco despues, Fourier, en el deseo de formar bajo su direccion hombres de ciencia que pudieran continuar, á su muerte, los notables estudios que desde su juventud cultivaba, se rodeó de algunos jóvenes matemáticos que empezaban á descollar en el mundo científico, y entre los cuales contó á Sturm, á quien mostró desde un principio marcada prediléccion. A él le tocó la direccion de los trabajos de

Fourier sobre la Teoría del Calor y sobre el Análisis Algebráico.

Sturm no tardó en aprovecharse de la poderosa influencia de su maestro, y al poco tiempo, tratando de analizar algunas propiedades de ecuaciones diferenciales que se emplean en un gran número de cuestiones de física matemática y que Fourier le presentaba, creyó encontrar un medio que hasta entónces le era desconocido y que permitía hallar el número de soluciones reales de una ecuacion con más facilidad y rapidez que por el teorema de Fourier. Tal fué el orígen del famoso teorema que lleva su nombre y que publicó en 1829, atrayendo la atencion de los primeros geómetras europeos.

Sturm acogió con júbilo la revolucion de Julio, de lo que no reportó grandes ventajas, pero la alta posicion de M. Arago, su protector, le facilitó el nombramiento de profesor de matemáticas especiales en el Colegio de Rollin, á fines de 1830.

Es en esta época precisamente que se unió á Liouville por un lazo íntimo de amistad que duró hasta su muerte.

Sturm cultivó desde entónces con más entusiasmo el ramo de las matemáticas puras, y el 4 de Diciembre de 1834 la Academia le agraciaba por segunda vez con el *gran premio*, que debía ser acordado al autor del mejor descubrimiento científico publicado en los tres últimos años (1).

En 1836 fué nombrado miembro de la Academia de Ciencias en reemplazo de Ampère.

En 1838 ingresó á la Escuela Politécnica como profesor sustituto de análisis, y poco despues, en 1840, sustituía á Poisson en esta cátedra donde tantas glorias debía conquistar. En el mismo año de 1840 reemplazó tambien á Poisson en la Academia de Ciencias.

Sturm obtuvo además los siguientes títulos: Oficial de de la Legion de Honor, Miembro de la Real Sociedad de Lóndres, que le condecoró con la medalla de *Copley*; Miembro de la Academia de Ciencias de Berlin, de la de San Petersburgo, etc.

Murió en Paris el 18 de Diciembre de 1855 á los cincuenta

(1) *Bulletin de Bibliographie, d'Histoire et de Biographie Mathématique.*

y dos años de edad, y su cólega y amigo Liouville pronunció sobre su tumba una sentida oracion fúnebre que corre impresa en algunas de sus obras [1].

Consignaremos aquí una lijera reseña de sus obras más importantes á parte de las de Análisis y Mecánica:

Los *Anales de Matemáticas de Gergonne* registran las siguientes memorias, publicadas de 1822 á 1826:

1ª Extension del problema de las curvas contínuas;

2ª Determinar en funcion de los lados de un cuadrilátero inscrito en un círculo: 1° el ángulo de dos lados opuestos; 2° el ángulo de las diagonales;

3ª Dados tres puntos de un plano, hallar en este un punto tal que su distancia á aquellos sea un mínimum;

4ª Demostracion analítica de dos teoremas sobre la lemniscata;

5ª Investigaciones analíticas sobre la clase de problemas dependientes de la teoría de los máximos y mínimos;

6ª Demostracion de los teoremas sobre las transversales.

7ª Lugar de los puntos, desde los cuales bajando perpendiculares sobre los lados de un triángulo y uniendo los piés de estas perpendiculares se obtiene un triángulo de área constante;

8ª Hallar la superficie curva de los puntos, de los cuales trazando rectas á tres puntos fijos, estos determinen sobre un plano tambien fijo los vértices de un triángulo de área constante;

9ª Curvatura de un hilo flexible é inextensible cuyas extremidades son fijas y cuyos puntos son atraidos y repelidos por un centro fijo segun una funcion determinada de la distancia;

10ª La distancia entre los centros de los círculos inscrito y circunscrito á un triángulo, es media proporcional entre el radio del circunscrito y el exceso de este radio sobre el diámetro del inscrito;

11ª Demostracion de cuatro teoremas sobre la hipérbole;

12ª Estudios sobre las curvas cáusticas;

(1) GERONO et POUCHET, *Obra citada*, t. II, Paris, 1856.

13ª Teorema sobre los polígonos regulares y generalizacion del teorema de Lhuilier;

14ª Investigaciones analíticas sobre los polígonos rectilíneos planos ó gausos;

15ª Estudios analíticos sobre las cáusticas planas y su rectificacion;

16ª Estudio sobre las líneas de 2º órden (1ª parte). Teoremas de Pascal y de Brianchon;

17ª Estudio sobre las líneas de 2º órden (2ª parte) y generalizacion de algunos teoremas de Desargues.

En el *Boletin de Ciencias de Ferrussac*, del cual fué redactor Sturm en la parte matemática, de 1829 á 1830, encontramos los siguientes trabajos:

1º Análisis de un escrito sobre un estudio de la resolucion de ecuaciones numéricas, presentado á la Academia de Ciencias en 1829;

2º Extracto de una memoria presentada á la Academía de Ciencias en 1829. (Extension del teorema de Fourier y del de Descartes);

3º Nota presentada á la Academia haciendo un estudio sobre la realidad de las raices de ciertas ecuaciones trascendentes, y un estudio de las séries;

4º Extracto de un estudio sobre la integracion de un sistema de ecuaciones diferenciales lineales.

El *Diario de Liouville* (1836) trae las siguientes memorias debidas tambien al gran matemático:

1ª Memoria sobre las ecuaciones diferenciales lineales de 2º órden, presentada á la Academia de Ciencias en 1833,

2ª Demostracion de un teorema de Cauchy;

3ª Otras demostraciones del mismo;

4ª Sobre una clase de ecuaciones á diferenciales parciales;

5ª Extracto de una memoria sobre el desarrollo de las funciones en séries;

6ª Memoria sobre Optica;

7ª Nota sobre un artículo de M. Delonay sobre las superficies de revolucion en que la curvatura media es constante;

8ª Contestacion á un artículo de Gascheau sobre la aplicacion del teorema de Sturm á las transformadas de las ecuaciones lineales;

9ª Nota sobre un teorema de Chasles;

10ª Demostracion del teorema de Sylvester;

En las *Memorias de la Academia de Ciencias* publicó Sturm las siguientes obras:

1ª Sobre un teorema de Cauchy relativo á las raíces de las ecuaciones simultáneas;

2ª Sobre una memoria de Bravais relativa á las líneas formadas en un plano por los puntos cuyas coordenadas son números enteros;

3ª Sobre las memorias de Blanchet relativas á la propagacion y á la polarizacion del movimiento en un medio elástico;

4ª Sobre la crítica de M. Libri á los trabajos de Liouville;

5ª Sobre algunas proposiciones de Mecánica Racional;

6ª Sobre la Teoría de la Vision;

7ª Integracion de las ecuaciones generales de la Dinámica;

8ª Sobre una memoria de Wantzel relativa á la teoría de los diámetros rectilíneos de curvas cualesquieras.

En 1834 publicó tambien en las *Memorias de los Sábios Estrangeros* dos trabajos notables: uno sobre la compresion de los líquidos y otro sobre la resolucion de las ecuaciones numéricas.

Tambien los *Nouvelles Anales de Matematiques* dieron á la publicidad en 1851 un interesante estudio de Sturm sobre «El movimiento de un cuerpo sólido al rededor de un eje fijo».

Entre los manuscritos recojidos despues de su muerte se cuentan:

Una memoria sobre la comunicacion del calor en una série de vasos; y otra memoria sobre las líneas de 2º órden cuyos primeros párrafos fueron publicados por los *Anales de Gergonne* (Nos 16 y 17).

El Curso de Análisis fué redactado por los alumnos de la Escuela Politécnica y solo autografiados para su uso en el establecimiento, pero M. Prouhet quedó encargado por el mismo Sturm de su publicacion.

I

No ha faltado quien arrojára dudas acerca de la originalidad del Teorema de Sturm, dudas que segun algunos de sus mismos contemporáneos y de otros autores posteriores á él deben atribuirse á combinaciones envidiosas por por parte de sus autores.

Se ha pretendido sostener que en los mismos papeles que dejara su maestro Fourier se encontraba ya el descubrimiento atribuido á Sturm, pero M. Navier, editor de las obras de Fourier, se encarga de enseñarnos la inexactitud de esas aseveraciones, detallando prolijamente sus trabajos publicados y los manuscritos recojidos á su muerte (1).

Es cierto que Fourier dedicó aún los últimos dias de su vida á la resolucion de problemas de análisis, á cuyo lado estuvo Sturm y en cuyas circunstancias descubrió su teorema, pero lo único que con él podia tener alguna analogía es el teorama conocido por de Fourier, completamente diferente, y que este sábio presentó á la Escuela Politécnica en 1797.

El manuscrito que contenía esta memoria, recojido por Navier, constaba de 9 hojas, y su autenticacion se debe á M. Dimet, segun un certificado espedido en Paris á 5 de Abril de 1830 (2).

Por otra parte, para arrojar más luz sobre este asunto podemos citar una declaracion franca del mismo Sturm, á cuya palabra, aunque él fuera parte interesada, no puede negársele autoridad.

Dice Sturm, á propósito de aquellas dudas: «L'ouvrage

(1) Fourier, *Analyse des Équations*, Paris, 1830.
(2) Fourier, *Obra citada*, pág. xvij.

qui doit renfermer l'ensemble de ses travaux sur l'analyse algébrique n'a pas encore été publié. Une partie de manuscrit qui contient ces precieuses recherches à été comuniquée à quelques personnes. M. Fourier a bien voulu m'en accorder la lecture et j'ai pu l'etudier à loisir. Je declare donc que j'ai en pleine connaissance de ceux des travaux inédits de M. Fourier qui se rapportent à la resolution des equations, et je saisis cette occasion de lui témoigner la reconnaissance dont ses bontés m'ont pénétré. C'est en m'appuyant sur les principes qu'il a posés et en imitant ses demostrations que j'ai trouvé les nouveaux théorèmes que je vais énoncer». Bastaría de por sí esta declaracion, de un hombre que hasta los últimos dias de su vida veneraba la memoria de su maestro con el más profundo cariño; pero si él hubiera faltado á la verdad y en los manuscritos de Fourier se hubiera encontrado algo de lo que conocemos por «Teorema de Sturm», quiere decir que su presunto autor no los llegó á comprender y ninguna razon hay para atribuirle su originalidad.

II

El objeto principal de la resolucion de las ecuaciones es el conocimiento *a priori* de la naturaleza de sus raíces; este estudio depende directamente de los principios y teoremas fundamentales de aquellas, muestra las relaciones que entre ellos existen y desarrolla sus consecuencias más remotas.

«Los descubrimientos capitales que han fundado el análisis algebráico (dice Fourier) son: La regla que Descartes ha dado en su Geometría concerniente al número de raíces positivas ó negativas; la del paralelógramo analítico de Newton, demostrado despues por Lagrange; el método Newtoniano de las sustituciones sucesivas; las investigaciones de Waring y de Lagrange sobre las funciones invariables de las raíces y sobre la ecuacion de las diferencias; la teoría de las fracciones contínuas expuestas en las obras

de Lagrange, y en fin, el método que Daniel Bernouille ha deducido de las séries recurrentes» [1].

De aquí partió Fourier en sus investigaciones sobre análisis de ecuaciones, para determinar una regla que nos permita conocer *a priori* el número total de las raíces reales de una ecuacion numérica, y estableció así el teorema que lleva su nombre. Sturm, aprovechando de los conocimientos de su maestro, se propuso á su vez llegar á una regla más sencilla, con solo los auxilios del álgebra, lo cual pudo conseguirlo sustituyendo á las derivadas sucesivas de Fourier los restos que se obtienen aplicando á una ecuacion y á su derivada el procedimiento del *m. c. d.*

La Teoría de Ecuaciones nos presenta la siguiente série de problemas más importantes: Determinacion de la naturaleza y número de las raíces; la separacion de las raíces inconmensurables, que consiste en hallar pares de números que comprendan una de ellas, lo cual envuelve á su vez: la determinacion del límite superior é inferior de las raíces reales, enteras. y fraccionarios, etc., y en todo caso se hace necesario la determinacion del número de las raíces reales comprendidas entre dos números dados, que es lo que constituye el objeto del Teorema de Sturm.

III

ENUNCIADO DEL TEOREMA DE STURM Y PROPIEDADES EN QUE SE APOYA SU DEMOSTRACION

El enunciado del Teorema es el siguiente: « Si se aplica á una ecuacian $f(x)=0$, que no contenga raíces iguales, y á su derivada $f_1(x)$ el procedimiento del máximo comun divisor, teniendo al cuidado de cambiar el signo de cada uno de los restos obtenidos, antes de pasar á ser divisores

[1] FOURIER, *Obra citada*, pág. 2.

como tambien al último resto que es independiente de x; y se sustituyen en las *funciones de Sturm* dos números cualesquieras α y $\beta > \alpha$, anotando las variaciones de signo producidas, la diferencia que hay entre el número de variaciones que produce el número α y el de las que produce β en las mismas, es precisamente igual al número total de raíces reales de la ecuacion $f(x) = 0$ comprendidas entre α y β ».

Este es el enunciado que da Thoudunter y la mayor parte de los autores entre ellos : Serret, Choquet, Cortazar, Robinson, etc.

A Trudi, profesor de Cálculo en la Universidad de Nápoles, se debe una demostracion del teorema de Sturm, ó mejor del recíproco, la cual fué publicada en Nápoles en 1863 [1], y cuyo enunciado es el siguiente :

« Dada la ecuacion $F(x) = 0$, que no tiene raíces iguales, y dos números cualesquieras α y β, se forma la série de funciones $S(x)$ (funciones de Sturm), y luego las dos séries de signos correspondientes : S_α y S_β. Entónces si la ecuacion tenía n raíces reales comprendidas entre α y β y siendo $\alpha < \beta$, decimos que la série S_α tendrá precisamente n variaciones ménos que la série S_β. »

Sanchez Vidal [2] enuncia el teorema de Sturm del modo siguiente :

Si se aplica á una ecuacion de coeficientes reales $f(x) = 0$ y á su derivada $f_1(x)$ el procedimiento del máximo comun divisor con la condicion de cambiar los signos, etc. »; pero el verdadero enunciado es fuera de toda duda el primero, con la demostracion de Sturm, y veremos más adelante cómo puede aplicarse el teorema al caso de una ecuacion que tambien tenga raíces iguales, en esto consiste la diferencia de los dos enunciados.

Si en vez de la sustitucion de los números α y β en las *Funciones de Sturm*, hicieramos la de $-\infty$ y $+\infty$, ó la de $-L$ y L' como límites, inferior y superior, obtendríamos el número total de raíces reales de la ecuacion propuesta.

Antes de pasar á la demostracion del teorema establece-

(1) BATTAGLIANI, JANNI é TRUDI, *Giornale de Matemátiche*. V. I. Nápoles 1863.
(2) SANCHEZ-VIDAL, Madrid, 1880. T. II.

remos las siguientes propiedades, en que se funda y que casi todas son análogas á las bases del teorema de Fourier, únicamente que allí se habla de diferenciaciones sucesivas y aquí de restos del *m. c. d.* [1]

1ª Si $f_1(x)$ es la derivada de la ecuacion dada $f(x)=0$ que no contiene raíces iguales, tendremos: aplicándoles el procedimiento del *m. c. d.* é indicando con Q_1, Q_2, $Q_3 \ldots,$ Q_n los cocientes sucesivos:

$$\frac{f(x)}{f_1(x)} = Q_1 + \frac{f_2(x)}{f_1(x)}$$

y cambiando el signo del resto:

$$f(x) = Q_1 f_1(x) - f_2(x)$$

y del mismo modo:

$$\begin{aligned} f_1(x) &= Q_2 f_2(x) - f_3(x), \\ f_2(x) &= Q_3 f_3(x) - f_4(x), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ f_{m-2}(x) &= Q_{m-1} \cdot f_{m-1}(x) - f_m(x), \end{aligned}$$

en que el último recto $f_m(x)$ es independiente de x.

La série de funciones $f(x)$, $f_1(x)$, $f_2(x)$ ..., $f_m(x)$ se llama de las *Funciones de Sturm;* y las funciones $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ ..., f_m son las *Funciones auxiliares*, que se diferencian de aquellas en que no contienen la funcion propuesta $f(x)=0$.

La formacion de las funciones de Sturm suele ser á veces muy laboriosa, sobre todo cuando el grado de la ecuacion es muy elevado, pero como veremos despues, podemos simplificar la operacion deteniéndonos en un resto que no cambie de signo para valores de x comprendidos entre los números dados.

Si m es el grado de la ecuacion, el número de las *funciones auxiliares* es m y el de las de Sturm será $(m+1)$.

[1] Fourier, *Analyse des équations*. Advertencia de Navier, pág. xvij.

2ª Si una de las funciones auxiliares se anula para un cierto valor de x, las funciones adyacentes deben, para este mismo valor, ser iguales y de signos contrarios. En efecto:

Si para el valor $x=a$ se anula $f_k(x)$ se tiene segun la ley de formacion de las funciones:

$$f_{k-1}(x)=Q_k \cdot f_k(x) - f_{k+1}(x)$$

ó bien

$$f_{k-1}(a)=Q_k \cdot f_k(a) - f_{k+1}(a),$$

pero por hipótesis se tiene $f_k(a)=0$ luego:

$$f_{k-1}(a)=-f_{k+1}(a). \qquad \text{L. Q. Q. D.}$$

3ª La última funcion de Sturm, debe ser diferente de cero; pues al formar la série de funciones debe llegarse á un resto independiente de x, y que debe ser un número, pues de lo contrario la ecuacion $f(x)=0$ tendría raíces iguales lo que es contrario al enunciado del teorema.

4ª Dos *funciones de Sturm* consecutivas no pueden anularse para un mismo valor de x, pues si así fuera, se anularían todas las siguientes incluso la última, lo cual es absurdo.

En efecto: si se anulan para $f_5(x)$ y $f_6(x)$ para un cierto valor de x se tiene:

$$f_5(x)=Q_6 \cdot f_6(x) - f_7(x);$$

pero si $f_5(x)$ y $f_6(x)$ se anulan para un mismo valor de x tendremos:

$$f_7(x)=0.$$

Del mismo modo:

$$f_6(x)=Q_7 \cdot f_7(x) - f_8(x)$$

y como $f_6(x)$ y $f_7(x)$ se anularon se tendrá

$$f_8(x)=0,$$

y así sucesivamente hasta $f_m(x)=0$.

IV

DEMOSTRACION

Supongamos formadas las funciones de Sturm y siendo α y $\beta > \alpha$ los números á sustituir en la série de aquellas.

Si hacemos variar x desde α hasta β podemos observar si el número de variaciones de signo cambia ó no, y formularemos estas dos proposiciones :

1ª « El número de variaciones no cambiará ó no se perderá ninguna variacion de signo siempre que para un cierto valor de x se anule una funcion auxiliar cualquiera pero sin anularse la primera de Sturm $f(x)=0$. »

2ª « El número de variaciones cambiará ó se perderá una variacion de signo para cada uno de los valores de x que anulen á $f(x)$. »

Demostradas estas dos proposiciones, habremos demostrado el teorema, pues si para cada raíz real de $f(x)$ corresponde una pérdida de variacion de signo en el paso de α á β, es claro que el número total de raíces reales comprendidas entre α y β será igual á la pérdida total de variaciones para $x=\alpha$ y $x=\beta$.

Demostracion de la 1ª proposicion

Supongamos que una funcion auxiliar $f_k(x)$ se haya anulado para el valor $x=a$, comprendido entre α y β y que no se anule $f(x)$; entónces se tiene :

$$f_k(x)=0$$

y en virtud de la 2ª observacion establecida antes :

$$f_{k-1}(a)=-f_{k+1}(a).$$

Demos ahora á x dos valores $a+h$ y $a-h$, siendo h una cantidad suficientemente pequeña para que en el intérvalo de $(a-h)$ á $(a+h)$ las funciones $f_{k-1}(x)$ y $f_{k+1}(x)$ no se anulen y por lo tanto no cambien de signo; así estas funciones no cambiarán de signo para los tres valores a, $a-h$ y $a+h$, y tendremos este resultado:

$f_{k-1}(x)$	$f_k(x)$	$f_{k+1}(x)$
$+$	$\pm$	$-$
$-$	$\pm$	$+$

Asi si $f_{k-1}(x)$ era positiva antes del valor a había una permanencia y una variacion de signo, y si fuera negativa el resultado sería tambien el mismo, luego aún cuando una funcion auxiliar se anule para un valor a de x, no se pierde variacion en las séries de signos, quedando así probada la 1ª proposicion.

Demostracion de la 2ª proposicion

Supongamos que para $x=a$ se anule la 1ª funcion de Sturm $f(x)=0$ y se tendrá:

$$f(a)=0.$$

Hagamos nuevamente $x=a-h$ y $x=a+h$ siendo h tan pequeño como se quiera para que en el intérvalo de $a-h$ á $a+h$ no haya ninguna raíz de la 1ª derivada $f_1(x)$ es decir que no se anula para $x=a$ (observ. 4ª), tendremos que:

$$f_1(a-h), \qquad f_1(a) \qquad \text{y} \qquad f_1(a+h)$$

tendrán el mismo signo.

Pero si damos á x el primer valor $x=a-h$, en la expresion propuesta se tiene segun el desarrollo de Taylor:

$$f(x)=f(a-h)=f(a)-hf_1(a)+\frac{h^2}{\underline{|2}}f_2(a)-\frac{h^3}{\underline{|3}}f_3(a)+\ldots.$$

Indicando con $f_1, f_2, f_3 \ldots$, las derivadas sucesivas y poniendo los denominadores bajo el signo *factorial*: $\underline{|\ }$; pero como por hipótesis $f(a)=0$ tendremos:

$$f(a-h)=-h\left[f_1(a)-f_2(a)\frac{h}{\underline{|2}}+f_3(a)\frac{h^2}{\underline{|3}}-\ldots\right].$$

El paréntesis es una cantidad positiva pues siendo h tan pequeña como se quiera, los términos van disminuyendo de más en más, y el signo depende del primer término que es positivo, luego el signo de $f(a-h)$ es negativo.

Dando á su vez el valor $x=a+h$ tendremos:

$$f(a+h)=f(a)+hf_1(a)+\frac{h^2}{\underline{|2}}f_2(a)+\ldots,$$

ó bien

$$f(a+h)=h\left[f_1(a)+f_2(a)\frac{h}{\underline{|2}}+\ldots\right].$$

La cantidad entre paréntesis es tambien positiva y el signo de $f(a+h)$ es pues positivo. En general: en el 1[er] caso, antes del valor a, $f(x)$ y $f_1(x)$ tenían signos contrarios y despues lo tienen igual, y podemos escribir este cuadro:

Valores de x	$f(x)$	$f_1(x)$	Valores de x	$f(x)$	$f_1(x)$
$a-h$	$+$	$-$	$a-h$	$-$	$+$
a	$\pm$	$-$	a	$\mp$	$+$
$a+h$	$-$	$-$	$a+h$	$+$	$+$

Este cuadro nos dice: que si $f(x)$ era positiva antes del valor a, se hace negativa despues de este valor, y como $f_1(x)$ tenía signo contrario al de aquella para $x=a-h$, y debe conservar este signo en los tres valores: $a-h$, a y $a+h$, se deduce que la variacion de signo que existía antes de a se ha perdido.

Del mismo modo, nos dice que si antes de a, $f(x)$ era negativa, pasando este valor, se hace positiva; pero $f_1(x)$

debía tener signo contrario á $f(x)$ para $x = a - h$, y este signo debe conservarse para los tres valores $a - h$, a y $a + h$, en cuyo caso se ha perdido tambien la variacion de signo que antes existia, quedando asi demostrada la 2ª proposicion.

Si hicieramos creer á x, hallaremos otro valor b, menor que β, que anula tambien á $f(x)$ es decir otra raíz de esta ecuacion, para lo cual habrá sido necesario que se pierda otra variacion de signo; y en general el número de cambios de signo perdido entre α y β será igual al número total de raíces reales de la ecuacion $f(x) = 0$ comprendidas entre aquellos dos números.

Ejemplo numérico

¿ Cuál es el número total de raíces reales de la ecuacion siguiente :

$$f(x) = 2x^3 - 9x^2 + 10x - 3$$

(que no contiene raíces iguales) y comprendidas entre 0 y 2 ?

Formenos las funciones de Sturm :

$$f(x) = 2x^3 - 9x^2 + 10x - 3,$$
$$f_1(x) = 6x^2 - 18x + 10,$$
$$f_2(x) = 7x - 6,$$
$$f_3(x) = 25.$$

Sustituyendo 0 y 2 en estas espresiones formaremos este cuadro :

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
0	—	+	—	+	3
2	—	—	+	+	1

Este resultado nos manifesta que la diferencia entre las tres variaciones que produce $x = 0$ en las funciones de

Sturm y la que produce $x=0$ en las mismas: es 2, luego la $f(x)=0$ tiene dos raíces reales comprendidas entre 0 y 2. Resolviendo la ecuacion veríamos que entre 0 y 2 hay estas raíces:

$$x'=1 \quad \text{y} \quad x''=0{,}5.$$

Observacion. — Hemos dicho que si para $x=a$ se anulaba una funcion auxiliar sin anularse $f(x)=0$, no se perdía ninguna variacion de signo; pero es bueno hacer notar que si bien no hay una pérdida de cambio de signos hay una alteracion de los mismos ([1]).

Si m y n son dos raíces consecutivas de $f(x)=0$ siendo $n>m$ se tendrá:

$$f(m)=0,$$

y

$$f(n)=0,$$

pero haciendo $x=m-h$, siendo h tan pequeño como se quiera, $f(m-h)$ y $f_1(m-h)$ presentan variacion de signo, variacion que se pierde pasando x del valor m.

Si consideramos á su vez la otra raíz n, y hacemos $x=(n-\Delta)$ y $x=(n+\Delta)$ siendo Δ tan pequeño como se quiera, tendremos que:

$$f(n-\Delta) \quad \text{y} \quad f_1(n-\Delta),$$

presentan signos diferentes, y que:

$$f(n+\Delta) \quad \text{y} \quad f_1(n+\Delta)$$

presentan nuevamente signos iguales; por lo tanto si $f(x)$ y $f_1(x)$ tenían signos iguales inmediatamente despues del valor m, y signos diferentes inmediatamente antes del valor n, es evidente que $f_1(x)$ ha cambiado de signo y por lo tanto ha pasado por una raíz y en general por un número impar de raíces comprendidas entre m y n; y no $f(x)$ pues m y n son raíces consecutivas por hipótesis.

([1]) THOUDUNTER.

Esto demuestra el conocido teorema de Algebra que dice: « Entre cada dos raíces consecutivas de una ecuacion $f(x)=0$, hay por lo ménos una y en general un número impar de raíces de la ecuacion derivada ».

Demostracion del teorema recíproco [1]

Sea $f(x)=0$ una ecuacion que ne contiene raíces iguales y α y $\beta>\alpha$ dos números que no sean raíces de la misma; podremos distinguir tres casos: 1° que entre α y β no exista ninguna raíz de $f(x)=0$; 2° que exista una sola; 3° que existan π raíces.

1er Caso. — Que entre α y β no haya raíces de $f(x)=0$. — Podemos siempre considerar la série de números: m, n, p ..., s, tales que anulen á alguna de las funciones de Sturm; entónces en la série

$$\alpha, m, n, p \ldots, s, \beta,$$

no habrá entre dos números consecutivos valores de x que anulen á ninguna funcion de Sturm.

Ahora bien considerando un número ε comprendido entre α y m, este podrá ser un límite absoluto tanto de uno ú otro, y entónces sustituyendo ε en las funciones de Sturm, obtendremos la misma série de signos que al sustituir α ó m; estas séries se llaman entónces *equivalentes*, y no cambiará el número de variaciones; del mismo modo las séries de signos que producen m y n, son tambien *equivalentes*, y lo propio pasa con las séries de s y β, luego *si la ecuacion propuesta no tenía raices reales comprendidas entre α y β, no se pierde ninguna variacion de signo por sustitucion de estos números « en las funciones de Sturm. »*

2° Caso. — Que entre α y β haya una raiz de $f(x)$. — Sea

[1] Nicolas Trudi, *Obra citada*, Napóles, 1863.

a la raíz comprendida entre α y β y dos números ε y ε' que podemos considerar como límites absolutos de a en todas las funciones en que hemos de sustituirlos, el uno ε comprendido entre α y a, y el otro ε' entre a y β.

Indicaremos las séries de signos, producidos por la sustitucion de un número con la letra S, afectada del número como índice; entónces como en el caso anterior las séries S_α y S_ε *son equivalentes*, es decir que presentan el mismo número de variaciones; y las séries $S_{\varepsilon'}$ y S_β son tambien equivalentes entre sí:

Ahora bien, las espresiones:

$$f_1(\varepsilon), \quad f_1(a) \quad \text{y} \quad f_1(\varepsilon'),$$

presentan igual signo; pero como sabemos $f_1(\varepsilon)$ y $f(\varepsilon)$ tienen tambien signo igual mientras que $f_1(\varepsilon')$ y $f(\varepsilon')$ tienen ya signos diferentes, luego la variacion en la série S_ε se ha convertido en permanencia en la série $S_{\varepsilon'}$, luego habiendo entre α y β una raíz a de $f(x)$ se ha perdido una variacion.

3er Caso. — Que entre α y β haya π raices de $f(x)$. — Supongamos que entre α y β haya las raíces

$$a, \ b, \ c, \ \ldots, \ n;$$

indiquemos con ε, ε_1, ε_2 ..., $\varepsilon_{\pi-1}$, números que estén comprendidos respectivamente entre a y b; entre b y c ..., estando aquellas raíces dispuestas en órden creciente de magnitud.

Tendremos así la série siguiente de $(\pi+1)$ números;

$$\alpha, \ \varepsilon_1, \ \varepsilon_2, \ \varepsilon_3 \ \ldots, \ \varepsilon_{\pi-1}, \ \beta.$$

Pero segun el caso anterior, como entre cada dos de estos números, existe una y tan solo una raíz de $f(x)$, si formamos la série de signos, sustituyendo esos números en las funciones de Sturm tendremos:

$$S_\alpha, \ S_{\varepsilon_1}, \ S_{\varepsilon_2}, \ S_{\varepsilon_3} \ \ldots, \ S_{\varepsilon_{\pi-1}}, \ S_\beta.$$

Ahora bien la série S_α tendrá una variacion más que la

S_{ε_1}; esta una más que la S_{ε_2}, y por fin la $S_{\varepsilon_{\pi-1}}$ una variacion más que la série S_{β}; por lo tanto la série de signos S_{α} tiene π variaciones de signos más que la S_{β}, quedando así demostrado el recíproco del teorema de Sturm.

Esta demostracion está fundada en la siguiente propiedad que ha sido demostrada tambien por Trudi :

« Sea $f(x)=0$ una ecuacion que no tenga raíces múltiples, y ε un límite absoluto de una raíz real a con respecto á la misma y á la primera derivada $f_1(x)$; probaremos que para $x=\varepsilon$ las dos funciones $f(x)$ y $f_1(x)$ toman signos contrarios si ε es un límite inferior de a y el mismo signo si es un límite superior. »

Llamando b, c ..., k las demás raíces de $f(x)$, é indicando con $\varphi(x)$, el producto de los factores correspondientes á todas las raíces imaginarias se tiene la igualdad :

$$f(x)=(x-a)(x-b)(x-c) \quad \ldots, \quad (x-k)\varphi(x), \qquad (1)$$

y para $x=\varepsilon$:

$$f(\varepsilon)=(\varepsilon'-a)(\varepsilon-b)(\varepsilon-c) \quad \ldots, \quad (\varepsilon-k)\varphi(\varepsilon).$$

Pero siendo a una raíz de $f(x)$, podemos sustituir su valor en la (1) y tenemos en viturd de un conocido teorema de Algebra :

$$f_1(a)=(a-b)(a-c), \quad \ldots, \quad (a-k)\varphi(a).$$

Ahora bien, siendo ε un límite absoluto de la raíz a respecto á la funcion $f(x)$, es claro que los números a y ε son entre ambos mucho menores ó mucho mayores que cada una de las otras raíces; por lo tanto los signos de las diferencias $(\varepsilon-b)$, $(\varepsilon-c)$ ..., $(\varepsilon-k)$ deben ser respectivamente semejantes á los de las diferencias $(a-b)$, $(a-c)$ ..., $(a-k)$; por otra parte siendo $\varphi(\varepsilon)$ y $\varphi(a)$ cantidades esencialmente positivas, resulta que los signos de $f(\varepsilon)$ y $f_1(a)$ serán contrarios ó iguales segun que se tenga :

$$\varepsilon < a \qquad ó \qquad \varepsilon > a;$$

pero tambien el signo de $f_1(a)$ es igual al de $f_1(\varepsilon)$ puesto que

hemos supuesto á ε un límite absoluto tambien respecto á la funcion derivada $f_1(x)$, luego los signos de $f(\varepsilon)$ y $f_1(\varepsilon)$ ó de $f(x)$ y $f_1(x)$ son iguales ó contrarios para $x=\varepsilon$ segun que ε sea mayor ó menor que a, quedando así probado el lema.

Esta demostracion puede fácilmente extenderse aún en el caso en que la ecuacion $f(x)$ tenga raices múltiples.

En efecto: sean a, una raíz simple, y b, c, $d \ldots$, k, las raíces múltiples cuyos grados de multiplicidad sean respectivamente: β, $\gamma \ldots$, μ; podemos poner la siguiente igualdad segun el teorema de los factores binomios elevados á los respectivos grados de multiplicidad:

$$f(x)=(x-a)(x-b)^\beta(x-c)^\gamma \quad \ldots, \quad (x-k)^\mu \varphi(x),$$

siendo como ántes $\varphi(x)$ el producto de los factores binomios correspondientes á las raíces imaginarias; y del mismo modo que antes pondremos $x=\varepsilon$, y para valor de la derivada:

$$f_1(\varepsilon)=(\varepsilon-b)^\beta(\varepsilon-c)^\gamma \quad \ldots, \quad (\varepsilon-k)^\mu \varphi(\varepsilon),$$

y la demostracion sería ya exactamente igual. Si suponemos que tambien la raíz a sea múltiple del grado α, dividiriamos á $f(x)$ por $(x-a)^{\alpha-1}$ y tenemos

$$\frac{f(x)}{(x-a)^{\alpha-1}}=f_s(x),$$

y por lo tanto a será una raíz simple de la ecuacion $f_s(x)$; entónces

$$f(x)=(x-a)^{\alpha-1} \,.\, f_s(x),$$

y derivando:

$$f_1(x)=(x-a)^{\alpha-1} \,.\, f_s'(x)+(\alpha-1)(x-a)^{\alpha-2} \,.\, f_s(x),$$

y dividiendo por la anterior resulta:

$$\frac{f_1(x)}{f(x)}=\frac{f_s'(x)}{f_s(x)}+\frac{\alpha-1}{x-\alpha},$$

y admitiendo que ε sea un límite absoluto de a respecto de todas las funciones que entran en esta fórmula se tendrá:

$$\frac{f_1(\varepsilon)}{f(\varepsilon)} = \frac{f_s'(\varepsilon)}{f_s(\varepsilon)} + \frac{\alpha - 1}{\varepsilon - a}.$$

Ahora bien siendo ε una raíz simple de la ecuacion $f_s(x) = 0$, la fraccion $\frac{f_s'(\varepsilon)}{f_s(\varepsilon)}$ será en el caso presente negativa ó positiva segun que se tenga ε menor ó mayor que a; pero en la misma hipótesis la fraccion $\frac{\alpha - 1}{\varepsilon - a}$ es tambien negativa ó positiva respectivamente, pues siempre se tiene $\alpha > 1$ desde que la raíz a es múltiple; luego en las mismas condiciones la fraccion $\frac{f_1(\varepsilon)}{f(\varepsilon)}$ es negativa en el primer caso y positiva en el segundo ó en otros términos: « las espresiones $f_1(\varepsilon)$ y $f(\varepsilon)$ son de signos contrarios para $\varepsilon < a$ y del mismo signo para $\varepsilon > a$.

L. Q. Q. D.

Al mismo autor se debe tambien una aplicacion del Teorema de Sturm en la teoría de las Determinantes [1].

V

Siempre que se emplee el teorema de Sturm ya en su objeto inmediato ó en sus aplicaciones debe facilitarse en lo posible las operaciones.

1. Si al sustituir un valor de x en las diversas funciones de Sturm, se anula una de las auxiliares, es indiferente tomar para esta el signo + ó el —. Esta propiedad se esplica fácilmente considerando aquella otra: que cuando una funcion auxiliar se anula las adyacentes son iguales y de signos contrarios.

[1] N. Trudi, *Theoria dei Determinanti*, Napoli, 1862, pág. 91.

Así, si para $x = c$ se anula $f_n(x)$, y si las funciones:

$$f_{(n-3)}(x), \quad f_{n-2}(x), \quad \text{y} \quad f_{(n-1)}(x),$$

toman los siguientes signos para $x = c$:

$$+, \qquad -, \qquad +,$$

podemos tomar para $f_n(x)$ el signo $+$ ó el $-$.

Si tomamos el primero, se tiene la serie:

$$\begin{array}{ccccc} f_{n-3}, & f_{n-2}, & f_{n-1}, & f_n, & f_{n+1}, \\ + & - & + & + & - \end{array}$$

donde vemos que el número de cambios de signos es 3.

Si hubieramos tomado el signo ménos se tendrá la série:

$$\begin{array}{ccccc} f_{n-3}, & f_{n-2}, & f_{n-1}, & f_n, & f_{n+1}, \\ + & - & + & - & - \end{array}$$

que presenta tambien 3 cambios de signos.

2. Si se quiere hallar el número total de las raíces reales de una ecuacion, habrá que sustituir no los números α y β sinó dos límites R y R$'$ de aquellas raíces, y el número de raíces buscado será el exceso de variaciones que produzca el número R$'$ en las funciones de Sturm sobre el que produzca R sustituido en las mismas.

El mismo resultado se obtiene sustituyendo $-\infty$ y $+\infty$ en vez de los limites R y R$'$.

Si en las mismas funciones sustituimos los valores:

$$x = 0 \qquad \text{y} \qquad x = +\infty,$$

el exceso de variaciones que produce $+\infty$ sobre 0, es igual al número total de raíces *positivas* reales de $f(x) = 0$; y para hallar el de las raíces *negativas*, bastaría tambien sustituir en las diversas funciones x por $-x$ y seguir el mismo procedimiento indicado.

3. Una propiedad notable que resulta de la aplicacion práctica del método de Sturm es la siguiente:

Si todos los primeros términos de las funciones de Sturm son positivos, ó en general del mismo signo, puede asegurarse á priori que todas las raíces de la ecuacion propuesta son reales.

En efecto, si m es el grado de la ecuacion $f(x)=0$ y todos los primeros términos de las funciones de Sturm son del mismo signo, al hacer la sustitucion de x por los valores :

$$x=-\infty \quad \text{y} \quad x=+\infty,$$

en las mismas, tendremos que $-\infty$ dará signos alternativamente positivos y negativos ó alternativamente negativos y positivos segun que la ecuacion dada sea de grado impar ó par, mientras que la sustitucion de $+\infty$ dará un mismo signo para todas; entónces siendo $(m+1)$ el número de funciones de Sturm, la pérdida total de variaciones de $-\infty$ á $+\infty$ es precisamente m, y por lo tanto todas las raíces son reales.

Ejemplo 1°. — Sea la ecuacion que no tiene raíces iguales :

$$f(x)=x^3+2x^2-3x-5=0.$$

Formando las funciones de Sturm se tiene:

$$f\ (x)=x^3+2x^2-3x-5=0,$$
$$f_1(x)=3x^2+4x-3,$$
$$f_2(x)=26x+39,$$
$$f_3(x)=1521,$$

y haciendo la sustitucion de $-\infty$ y $+\infty$ tenemos :

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$-\infty$	$-$	$+$	$-$	$+$	3
0	$-$	$-$	$+$	$+$	1
$+\infty$	$+$	$+$	$+$	$+$	0

Este cuadro nos manifiesta que las tres raíces de $f(x)$ son reales: una positiva y las otras dos negativas.

Ejemplo 2°. — Sea la ecuacion:

$$x^3 + Ax + B = 0. \qquad (1)$$

Formando las funciones tenemos:

$$f(x) = x^3 + Ax + B,$$
$$f_1(x) = 3x^2 + A,$$
$$f_2(x) = -2Ax - 3B,$$
$$f_3(x) = (-4A^3 - 27B^2),$$

y averigüemos las relaciones que deben mediar entre los coeficientes indeterminados de x para que todas las raíces de $f(x)$ sean reales. Segun lo dicho se tendrá:

$$-2A > 0, \quad \text{y} \quad (-4A^3 - 27B^2) > 0,$$

ó bien

$$2A < 0 \quad \text{y} \quad 4A^3 + 27B^2 < 0, \qquad (2)$$

pero la segunda desigualdad incluye tambien á la primera, pues si la cantidad $4A^3 + 27 . B^2$ es negativa con mayor razon lo será si se le suprime el término $27 . B^2$.

Entónces conforme á estas condiciones podemos hacer que todas las raíces de la ecuacion (1) sean reales, haciendo por ejemplo:

$$A = -4 \quad \text{y} \quad B = 2,$$

pues la (2) nos da:

$$4(-4)^3 + 27(2)^2 < 0,$$

ó bien:

$$-148 < 0,$$

se tendrá pues:

$$x^3 - 4x + 2 = 0,$$

y formando las funciones de Sturm:

$$f(x) = x^3 - 4x + 2,$$
$$f_1(x) = 3x^2 - 4,$$
$$f_2(x) = 8x - 6 = 4x - 3,$$
$$f_3(x) = 37,$$

y la sustitucion de $-\infty$ y $+\infty$ nos da este cuadro:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$-\infty$	$-$	$+$	$-$	$+$	3
0	$+$	$-$	$-$	$+$	2
$+\infty$	$+$	$+$	$+$	$+$	0,

luego la ecuacion propuesta tiene sus tres raíces reales: una negativa y dos positivas.

4. Otra propiedad es la siguiente:

« *Si todos los primeros términos de las funciones de Sturm no son positivos ó en general del mismo signo, habrá un par de raices imaginarias por cada variacion de signo que presente la série formada con dichos primeros términos.* »

En efecto: sea m el grado de la ecuacion $f(x) = 0$, y n el número de las variaciones de signo que presente la série formada con los primeros términos de las funciones de Sturm, es decir que el uúmero de permanencias de la misma série sera $(m - n)$.

Sustituyendo luego, en las diversas funciones de Sturm los valores:

$$x = -\infty \quad \text{y} \quad x = +\infty$$

el signo de cada una de ellas dependerá del signo del primer término; pero la sustitucion de $-\infty$ hará que las permanencias se cambien en variaciones y *vice-versa*, es decir que la série de signos asi obtenida tendrá n permanencias y $(m - n)$ variaciones; á su vez la sustitucion de $+\infty$

dejará los mismos signos de antes y la série respectiva presentará $(m-n)$ permanencias y n variaciones.

Indiquemos con R_r el número total de raíces reales de $f(x)=0$ y con R_i el de raíces imaginarias; segun el teorema de Sturm, R_r debe ser igual á la diferencia entre las variaciones que produce $-\infty$ y las que produce $+\infty$ en las funciones de Sturm, es decir:

$$R_r = (m-n) - n = m - 2n,$$

y el número de raíces imaginarias será la diferencia entre el grado de la ecuacion y R_r es decir

$$R_i = m - (m-2n) = 2n,$$

pero n era el número de variaciones de signo de los primeros términos de las funciones de Sturm, luego para cada una de estas variaciones habrá dos raíces imaginarias de la ecuacion $f(x)=0$. L. Q. Q. D.

Esta propiedad nos permite pues saber *a priori,* cuál es la clasificacion de las raíces de una ecuacion.

Ejemplo. — ¿Cuál es la naturaleza de las raíces de la ecuacion

$$f(x) = x^4 + 4x^3 - 3x^2 + 2x + 6 = 0?$$

Formando las funciones de Sturm se tiene:

$$\begin{aligned}
f(x) &= x^4 + 4x^3 - 3x^2 + 2x + 6,\\
f_1(x) &= 4x^3 + 12x^2 - 6x + 2 = 2x^3 + 6x^2 - 3x + 1,\\
f_2(x) &= 9x^2 - 6x - 11,\\
f_3(x) &= -411x - 917,\\
f_4(x) &= -2657064.
\end{aligned}$$

Los primeros términos de estas funciones presentan una sola variacion de signo, luego la ecuacion propuesta tiene dos raíces imaginarias, y las otras dos reales.

Si aplicamos directamente el teorema tenemos:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	+	+	—	3
0	+	+	—	—	—	1
$+\infty$	+	+	+	—	—	1

lo que nos dice que la ecuacion propuesta tiene solo dos raíces reales y estas son negativas pues entre $x=0$ y $x=-\infty$ se han perdido dos variaciones, y no ha habido pérdidas entre $x=0$ y $x=+\infty$; las otras dos raíces serán imaginarias.

5. « Si al hacer la sustitucion de los números α y β en las funciones de Sturm se llega á una que no cambia de signo, no es necesario considerar las restantes, sinó tan solo las anteriores hasta la que no cambia de signo inclusive, y la pérdida de variaciones, hasta ella, bastará para indicarnos el número de raíces reales comprendidas entre α y β. »

En efecto: si una funcion $f_k(x)$ auxiliar no cambia ya de signo entre los valores α y β, como la última funcion de Sturm es tambien invariable por ser independiente de x, el número de variaciones de signo que dé la sustitucion del número α á partir de $f_k(x)$ será el mismo que da el número β en la misma sustitucion.

En el ejemplo anterior tenemos de manifiesto esta propiedad pues la auxiliar $f_2(x)$... no cambia de signo para $x=\infty$ y $x=-\infty$, y despreciando las funciones siguientes siempre la pérdida de variaciones entre estos dos valores de x es 2; esta simplificacion conviene ternerla presente siempre que el grado de la ecuacion sea muy elevado.

6. En las aplicaciones del teorema, es conveniente tener en cuenta otra propiedad que simplifica mucho las operaciones, y que consiste en multiplicar ó dividir cualesquiera funcion por una constante; pero esta constante debe ser siempre una cantidad positiva pues si fuera negativa alteraría los signos.

VI

APLICACION DEL TEOREMA DE STURM RELATIVA Á OTRO MODO DE FORMAR LAS FUNCIONES DE AUXILIARES

Hemos dicho que las funciones de Sturm se formaban aplicando á la ecuacion propuesta y á su derivada el procedimiento del *m. c. d.*; y cambiando los signos de los restos asi obtenidos estos constituian las funciones auxiliares.

Pero hay ciertas ecuaciones que permiten la formacion de las mismas sin hacer intervenir la derivada primera, satisfaciendo á ciertas condiciones.

Sea $f(x)=0$ una ecuacion que no contiene raíces iguales y $f_1(x)$ su primera derivada; además sea $\varphi(x)$ un polinomio de coeficientes reales *que no contenga factores comunes con* $f(x)$, y de tal naturaleza que un valor raíz de esta ecuacion sustituido en $f_1(x)$ y en $\varphi(x)$ den resultados del mismo signo.

Ahora bien, si á $f(x)$ y á $\varphi(x)$ se les aplica el procedimiento del *m. c. d.* cuidando de cambiar el signo de los restos antes de pasar á ser divisores, obtendremos una série de funciones, tales que la última será independiente de x, y que se puede operar sobre ellas con el teorema de Sturm lo mismo que si hubieramos formado las funciones por el método general, y con el mismo resultado.

Para hacer ver esto no hay sinó repetir las mismas razones que expusimos en las dos proposiciones que probaban el teorema; se perderá siempre una variacion de signo cada vez que $f(x)=0$ se anule para un cierto valor de x, y no se perderá ninguna si se anula una funcion auxiliar sin anularse $f(x)$.

Ejemplo. — Sea la ecuacion:

$$f(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 - x - 10 = 0,$$

que no contiene raíces iguales, y cuya primera derivada será:

$$f_1(x) = 4x^3 - 6x^2 + 6x - 1,$$

y además un polinomio

$$\varphi(x) = 2x^3 - 3x^2 + 5x + 2,$$

que no contiene factores comunes con $f(x)$, y tal que una raíz $x = 2$ de $f(x)$ sustituido en él y en $f_1(x)$ da un resultado en ambos positivos. Aplicando pues á $f(x)$ y á $\varphi(x)$ el procedimiento del *m. c. d.* y cambiando el signo de los restos se tiene la série:

$$\begin{aligned} f(x) &= x^4 - 2x^3 + 3x^2 - x - 10, \\ \varphi(x) &= 2x^3 - 3x^2 + 5x + 2, \\ \varphi_1(x) &= -5x^2 + 13x + 42, \\ \varphi_2(x) &= -43x - 32, \\ \varphi_3(x) &= -54650, \end{aligned}$$

y haciendo uso del método de Sturm, es decir sustituyendo en la série los valores

$$x = -\infty \quad \text{y} \quad x = +\infty,$$

tenemos:

x	$f(x)$	$\varphi(x)$	$\varphi_1(x)$	$\varphi_2(x)$	$\varphi_3(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	—	+	—	3
0	—	+	+	—	—	2
$+\infty$	+	+	—	—	—	1

Luego la ecuacion $f(x) = 0$ tiene dos raíces reales, una positiva y otra negativa; las otras dos son imaginarias, como pudieramos haberlo presvisto, pues la série de signos de los primeros términos de las funciones auxiliares presenta una variacion.

El método directo de Sturm nos hubiera dado el mismo resultado; formando las funciones, se tiene :

$$f(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 - x - 10,$$
$$f_1(x) = 4x^3 - 6x^2 + 6x - 1,$$
$$f_2(x) = -2x^2 + 27,$$
$$f_3(x) = -30x + 41,$$
$$f_4(x) = -20938,$$

y haciendo la sustitucion resulta la série siguiente de signos :

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	—	+	—	3
0	—	—	+	+	—	2
$+\infty$	+	+	—	—	—	1

que da como antes dos raíces reales, una positiva y otra negativa, y dos imaginarias; lo mismo hubiéramos previsto observando que la ecuacion es de grado par y su último término es negativo.

VII

EXTENSION DEL TEOREMA DE STURM Á CIERTA CLASE DE FUNCIONES

El teorema de Sturm puede tambien aplicarse á ciertas ecuaciones que aunque no se formen segun la ley general, satisfagan, sin embargo, á ciertas condiciones. Esta propiedad parece ser debida á Serret.

Sea la série de funciones :

$$f(x), \quad f_1(x), \quad f_2(x) \quad \ldots, \quad f_n(x), \qquad (1)$$

y á ellas se podrá aplicar el método de Sturm si satisfacen á estas condiciones :

1ª La última funcion $f_n(x)$ no debe cambiar de signo para valores de x comprendidos entre dos límites dados α y β;

2ª Para un valor de x comprendido entre α y β, dos funciones consecutivas no pueden anularse ;

3ª Si para un valor de x se anula una funcion cualquiera menos $f(x)$, las dos funciones que la comprenden deben tener signos contrarios;

4ª La relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ pasa, siempre que $f(x)$ se anule, de negativa á positiva cuando $\beta > \alpha$ y de positiva á negativa cuando $\alpha > \beta$.

Estas son las condiciones que establecimos al hacer la demostracion del teorema, y por consiguiente el número de las raíces reales de la ecuacion $f(x)=0$ comprendidas entre α y β será igual al número de variaciones perdidas en la série (1) para $x=\alpha$ y $x=\beta$.

Si la relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ pasara de positiva á negativa para un valor que anule á $f(x)$, si suponemos $\beta < \alpha$, el número de variaciones ganadas de $x=\alpha$ á $x=\beta$ será el que mide el número de raíces reales de $f(x)=0$ comprendidas entre α y β.

Podemos todavía eliminar la cuarta condicion que pusimos, y suponer que desde $x=\alpha$ á $x=\beta$ se han perdido ó ganado un cierto número r de variaciones en la série (1); entónces al variar x entre α y β, el número de variaciones se alterará solamente cuando x pase por un valor que anula á $f(x)$, y por lo tanto á las r variaciones ganadas ó perdidas corresponderán las r raíces reales de la misma ecuacion.

Llamando pues M la diferencia entre el número de veces que la relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ se anula pasando de negativa á positiva sobre el número de veces que pasa de positiva á negativa se tiene:

$$M = \pm r$$

el signo $+$ corresponde al caso de $\beta < \alpha$ es decir cuando en la série de signos de las funciones (1) se ganan r varia-

ciones de $x=\alpha$ á $x=\beta$, y el signo — en el caso contrario.

Llamemos á su vez M′ la diferencia entre el número de veces que la relacion $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ se anula pasando de positiva á negativa y el que la misma anulándose pasa de negativa á positiva cuando x varia de α á β. Como $f(x)$ y $f_2(x)$ son por hipótesis de signo contrario, cada vez que $f_1(x)$ se anula las relaciones $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ y $\frac{f_1(x)}{f_2(x)}$ pasarán : la una de positiva á negativa y la otra de negativa á positiva; entónces la série de funciones:

$$f_1(x), \quad f_2(x), \quad f_3(x) \quad \ldots, \quad f_n(x), \tag{2}$$

habrá ganado ó perdido un cierto número de variaciones r' cuando x varíe de α á β y se tendrá:

$$-M' = \pm r'.$$

Comparando ahora los valores de M y M′, observaremos que la série (2) de funciones es la primitiva série en que falta únicamente la primera $f(x)$, y si la relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ tiene el mismo signo para $x=\alpha$ y $x=\beta$, se tendrá:

$$r' = r,$$

y por lo tanto:

$$M' = -M; \tag{3}$$

pero si $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ tiene signo diferente por ejemplo $+$ para $x=\alpha$ y $-$ para $x=\beta$, se tiene:

$$r' = r \pm 1,$$

correspondiendo el signo superior cuando se ganan r variaciones de α y β, y el inferior al caso en que se pierdan, y entónces :

$$M' = -M + 1; \tag{4}$$

finalmente si la relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ tiene signo — para $x=\alpha$ y + para $x=\beta$ se tendrá :

$$r'=r\pm 1,$$

pero el signo superior corresponde al caso en que se pierdan r variaciones y el signo inferior cuando se ganen r variaciones entre α y β, y por lo tanto:

$$M'=-M-1. \qquad (5)$$

En una palabra los valores de M' son tres (3), (4) y (5), segun los signos que tome la relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ cuando x varía de α á β.

Cuando el número r de variaciones ganadas ó perdidas es igual al grado m de la ecuacion $f(x)=0$, es claro que todas las raíces son reales, y esto corresponderá al caso en que la relacion $\frac{f(x)}{f_1(x)}$ se anule y pase siempre de negativa á positiva, ó bien siempre de positiva á negativa. El teorema de Rolle podría aquí aplicarse á la ecuacion $f_1(x)$, es decir que entre cada dos raíces de $f(x)=0$, hay por lo menos una de $f_1(x)$, ni más ni ménos que si esta ecuacion fuera la derivada de $f(x)$, y si la ecuacion $f_1(x)$ fuera del grado $m-1$, tendría todas sus raíces iguales, y separarían las raíces de $f(x)=0$.

Serret hace la siguiente aplicacion de estas propiedades:

Sea la ecuacion del grado $2n$:

$$f(x)=\frac{(x^2-1)^n}{1.2\ldots n.2^n}, \qquad (6)$$

formando las derivadas sucesivas llegaremos á una espresion $f_n(x)$ que será la derivada enésima de $f(x)$ y cuyo grado es n; por el teorema de Rolle se vé fácilmente que el polinomio $f_n(x)$ tiene todas sus raíces reales, desíguales y comprendidas entre -1 y $+1$.

El desarrollo de $f(x)$ dá el siguiente resultado:

$$f(x)=\frac{1}{1.2...n.2^n}\left[\begin{array}{l} x^{2n}-\frac{n}{1}x^{2n-2}+\dots \\ +(-1)^k\frac{n(n-1)\dots(n-k+1)}{|k}.x^{2n-2k}+\dots \end{array}\right];$$

y si formarámos la derivada enésima se tendrá:

$$\left.\begin{array}{l} f_n(x)=\frac{2n(2n-1)\dots(n+1)}{2.4.6\dots 2n}x^n-\dots \\ +(-1)^k\frac{(2n-2k)(2n-2k-1)\dots(n+1-2k)}{(2.4\dots 2k)[2.4\dots(2n-2k)]}x^{n-2k}+\dots \end{array}\right\} \quad (7)$$

y $f_n(x)$ es un polinomio del grado n en x que no contiene sinó potencias de igual paridad.

Para $n=1$ se tendrá:

$$f_1(x)=x.$$

Para $n=2$:

$$f_2(x)=\frac{3}{2}x^2-\frac{1}{2}\dots.$$

Ahora, si cambiamos n en $(n-2)$, se tiene

$$\left.\begin{array}{l} f_{n-2}(x)=\frac{(2n-4\dots(n-1)}{2.4.6\dots(2n-4)}x^{n-2}-\dots. \\ -(-1)^k\frac{(2n-2k-2)\dots(n+1-2k)}{[2.4\dots(2k-2)][2.4\dots(2n-2k-2)]}x^{n-2k}+\dots \end{array}\right\} \quad (8)$$

Si se multiplica la (7) por n, y la (8) por $(n-1)$ y se suman los resultados, se vé fácilmente que la suma sería el desarrollo de $f_{n-1}(x)$ multiplicado por el factor $(2n-1)x$ y por lo tanto se puede escribir:

$$nf_n(x)-(2n-1)x.f_{n-1}(x)+(n-1)f_{n-2}(x)=0 \quad (9)$$

De este valor podemos deducir el de de $f_0(x)$, haciendo

en él $n=2$; asi se tiene :

$$2f_2(x)-(4-1)x\,.\,f_1(x)+f_0(x)=0,$$

y sustituyendo los valores de $f_1(x)$ y $f_2(x)$ antes hallados obtendremos :

$$f_0(x)=1. \qquad (10)$$

Entónces en la série de funciones :

$$f_n(x), \quad f_{n-1}(x), \quad f_{n-2}(x), \quad \ldots, \quad f_1(x), \quad f_0(x),$$

se verifica que la última es constante é independiente de x; además dos funciones consecutivas no pueden anularse para un mismo valor de x, pues si así fuera como lo indica la (9), se anularían todas hasta la última $f_0(x)$ lo que es absurdo; la misma fórmula nos dice que si una de las funciones $f_{n-1}(x)$, se anula para un cierto valor de x, las dos que la comprenden son de signos contrarios.

Si hacemos ahora variar á x entre -1 y $+1$, y sustituimos estos valores en la série (A) de funciones, se verá por la ley de su formacion que se pierden n variaciones de signo de -1 á $+1$ y por lo tanto podemos decir :

1° La ecuacion $f_n(x)=0$ tiene sus n raíces reales desiguales y comprendidas entre -1 y $+1$;

2° Las raíces de la ecuacion $f_{n-1}(x)=0$ comprenden á las de $f_n(x)=0$;

3° Si se sustituyen en la série (A) dos números α y $\beta>\alpha$, comprendidos entre -1 y $+1$ en vez de x, el número de variaciones perdidas de $x=\alpha$ á $x=\beta$ es igual al de raíces reales de $f_n(x)=0$ comprendidas entre α y β.

VIII

APLICACION DEL TEOREMA DE STURM EN EL ESTUDIO DE LAS ECUACIONES BINOMIAS

La siguiente aplicacion debida á Serret tiene por objeto demostrar la realidad de las raíces de ciertas ecuaciones y efectuar la separacion de sus raíces por el método de Sturm [1].

Consideremos la ecuacion:

$$x^m - 1 = 0, \tag{1}$$

en la cual m es un número impar tal que:

$$m = 2\mu + 1. \tag{1'}$$

Dividiendo la (1) por $(x-1)$ se tiene, despues de sustituir m por su valor:

$$x^{2\mu} + x^{2\mu-1} + \ldots + x^2 + x + 1 = 0, \tag{2}$$

Dividiendo á su vez esta por x^μ se tiene agrupando convenientemente los términos:

$$\left.\begin{array}{l}\left(x^\mu + \dfrac{1}{x^\mu}\right) + \left(x^{\mu-1} + \dfrac{1}{x^{\mu-1}}\right) + \ldots + \left(x^n + \dfrac{1}{x^n}\right) + \ldots \\ \qquad\qquad + \left(x + \dfrac{1}{x}\right) + 1 = 0.\end{array}\right\} \tag{3}$$

Hagamos cada término igual á una sola cantidad, de este

[1] SERRET, *Algèbre supérieure*, Paris, 1854.

modo:

$$V_{\mu} = x^{\mu} + \frac{1}{x^{\mu}},$$
$$V_{\mu-1} = x^{\mu-1} + \frac{1}{x^{\mu-1}},$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$
$$V_n = x^n + \frac{1}{x^n},$$
$$\dots\dots\dots\dots,$$
$$V_1 = x + \frac{1}{x}.$$

y la (3) se convierte en:

$$V_{\mu} + V_{\mu-1} + \dots + V_n + \dots + V_2 + V_1 + 1 = 0. \qquad (4)$$

Podemos ahora transformar los términos V_2, V_3 ..., V_n del modo siguiente.

Hagamos:

$$z = x + \frac{1}{x}, \qquad (a)$$

y tomemos el término que sigue al general:

$$V_{n-1} = x^{n-1} + \frac{1}{x^{n-1}}, \qquad (b)$$

y multiplicando la (a) por la (b) tenemos:

$$V_{n-1} \cdot z = \left(x^n + \frac{1}{x^n}\right) + \left(x^{n-2} + \frac{1}{x^{n-2}}\right) = V_n + V_{n-2},$$

de donde:

$$V_n = z \cdot V_{n-1} - V_{n-2}, \qquad (5)$$

que será la forma general de los términos de la série V_2, V_3 .... En cuanto á los dos últimos términos serán:

$$V_1 = x + \frac{1}{x} = z,$$

y

$$V_0 = x^0 + \frac{1}{x^0} = 2,$$

de modo que podemos escribir la série :

$$
\begin{aligned}
&V_0 = 2,\\
&V_1 = z,\\
&V_2 = z^2 - 2,\\
&V_3 = z^3 - 3z,\\
&V_4 = z^4 - 4z^2 + 2,\\
&V_5 = z^5 - 5z^3 + 5z^2,\\
&V_6 = z^6 - 6z^4 + 9z^2 - 2,\\
&\dots\dots\dots\dots\dots\dots
\end{aligned}
$$

En cuanto al término general V_n, su primer término en z^n y el segundo es nz^{n-2}, es decir un polinomio de grado n en z y cuya potencias van decreciendo en igual paridad que n.

Hagamos ahora :

$$U_n = V_n + V_{n-1} + V_{n-2} + \dots + V_2 + V_1 + 1 = 0, \qquad (6)$$

en la que U_n será un polinomio de grado n en z, y la (4) estará análogamente representada por :

$$U\mu = 0.$$

Ahora bien, las ecuaciones como U_n se forman exactamente del mismo modo que las V_n; en efecto : segun la ecuacion (5) se tiene :

$$
\begin{aligned}
&V_n = zV_{n-1} - V_{n-2},\\
&V_{n-1} = zV_{n-1} - V_{n-3},\\
&\dots\dots\dots\dots\dots\dots,\\
&\dots\dots\dots\dots\dots\dots,\\
&V_2 = zV_1 - 2.
\end{aligned}
$$

Sumando miembro á miembro obtenemos :

$$
\begin{aligned}
V_n + V_{n-1} + \dots + V_2 = {} & z(V_{n-1} + V_{n-2} + \dots + V_2)\\
& - (V_{n-2} + V_{n-3} + \dots + 2),
\end{aligned}
$$

cuyo valor sustituido en la (6) nos dá:

$$U_n - V_1 - 1 = z(V_{n-1} + V_{n-2} + \dots + V_2) - (V_{n-2} + V_{n-3} + \dots + 2),$$

pero el 1er paréntesis del 2° miembro es:

$$U_{n-1} - 1,$$

y el 2° sería análogamente:

$$U_{n-2} + 1,$$

y como tambien $V_1 = z$, se tendrá:

$$U_n = z \, . \, U_{n-1} - U_{n-2},$$

cuya forma es completamente análoga á la (5), y podemos escribir la série:

$$\begin{aligned} U_0 &= 1, \\ U_1 &= z + 1, \\ U_2 &= z^2 + z - 1, \\ U_3 &= z^3 + z^2 - 2z - 1, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}$$

Apliquemos entónces el teorema de Sturm sucesivamente á las ecuaciones:

$$V_\mu = 0 \quad \text{y} \quad U_\mu = 0,$$

para demostrar la realidad de sus raíces y hacer al mismo tiempo su separacion.

1° $V_\mu = 0$. — El teorema de Sturm podemos aplicarlo á las ecuaciones V_μ, $V_{\mu-1}$, $V_{\mu-2} \dots$, V_2, V_1, V_0, pues cumplen con todas las condiciones que requiere su aplicacion.

Así la última funcion V_0 es constante é igual á 2.

Además dos funciones consecutivas no pueden anularse para un mismo valor de z pues se anularían todas hasta la última que es constante, lo cual es absurdo; y tres

ecuaciones consecutivas están siempre ligadas por la relacion:

$$V_n = z \cdot V_{n-1} - V_{n-2}.$$

Esta misma relacion nos dice que si una ecuacion V_{n-1} se anula para un cierto valor de z, las adyacentes son iguales y de signos contrarios. Por lo tanto, si hacemos variar á z entre dos valores α y $\beta > \alpha$, la série de signos de los polinomios V no perderá ni ganará variaciones sinó cuando z pase por un valor que anule á V_μ, y si la série de signos pierde ó gana r variaciones cuando z varía entre α y β, la ecuacion propuesta tendrá por lo ménos r raíces reales comprendidas entre α y β.

Ahora bien hagamos variar á z, en los polinomios V dándole estos valores:

$$z = -2, \qquad z = +2,$$

y tendremos respectivamente:

$$V_0 = +2, \quad V_1 = -2, \quad V_2 = +2, \quad V_3 = -2, \quad \ldots,$$
$$V_0 = +2, \quad V_1 = +2, \quad V_2 = +2, \quad V_3 = +2, \quad \ldots,$$

de modo que variando z entre esos valores se pierden μ variaciones y por consiguiente las μ raíces de la ecuacion V_μ son reales.

Por lo tanto, para que todas las raíces de esa ecuacion sean reales es necesario que en la série de signos se pierda una variacion, cada vez que z pasa entre -2 y $+2$ por una raíz, y esta variacion se perderá en los dos primeros términos de la série, de modo que $V_{\mu-1}$ viene á ser con respecto á V_μ, lo que era la derivada $f_1(x)$ con respecto á la primera funcion de Sturm $f(x) = 0$; y por lo tanto las raíces de $V_{\mu-1} = 0$ podrán servirnos para la separacion de las raíces de $V_{\mu=0}$, de acuerdo con el teorema de Rolle.

Ahora, si α y β son dos números cualesquiera comprendidos entre -2 y $+2$, la ecuacion propuesta tendrá tantas raíces entre α y β como unidades hay en el exceso de variaciones para $z = \alpha$ y $z = \beta$.

2° $U_\mu = 0$. — Las mismas consideraciones que acabamos de hacer se aplican á la ecuacion $U_\mu = 0$ y á sus homólogas.

IX

APLICACION DEL TEOREMA DE STURM Á LAS ECUACIONES QUE TIENEN RAÍCES IGUALES

Hasta ahora hemos operado sobre espresiones que no contienen raíces iguales y vamos á exponer aquí, el procedimiento que debe seguirse para resolver el problema cuando aquella condicion no se verifique, prescindiendo por ahora del grado de multiplicidad de las raíces.

Sea $f(x)=0$ una ecuacion racional entera que contenga raíces iguales; sean $a, b, c, \ldots, l$, estas, m el grado de multiplicidad de la raíz a y n el de la b.

Segun el teorema conocido de Algebra: « el segundo miembro de una ecuacion racional y entera que contenga raíces iguales puede descomponerse en el producto de los factores binomios elevados al grado de multiplicidad respectivo », se tiene:

$$f(x)=(x-a)^m(x-b)^n(x-c)(x-d), \quad \ldots, \quad (x-l); \qquad (1)$$

suponemos que la ecuacion no tiene raíces imajinarias, y solo tratamos de hallar el número de raíces reales *distintas*.

Formando la derivada de la (1) tenemos:

$$\begin{aligned} f_1(x)=\ & m(x-a)^{m-1}.(x-b)(x-c)\ldots(x-l) \\ & +n(x-b)^{n-1}(x-a)^n(x-c)\ldots(x-l) \\ & +(x-a)^m(x-b)^n(x-d)\ldots(x-l) \\ & +(x-a)^m(x-b)^n(x-c)\ldots(x-l)+\ldots \\ & +(x-a)^m(x-b)^n(x-c)(x-d)\ldots(x-k). \end{aligned}$$

ó bien

$$f_1(x) = (x-a)^{m-1}(x-b)^{n-1}[m(x-b).(x-c)\dots(x-l) \\ +n(x-a)(x-c)\dots(x-l) \\ +(x-a)(x-b)(x-d)\dots(x-l)+\dots \\ +(x-a)(x-b)(x-c)\dots(x-k)].$$

Pero si $f(x)=0$ tiene raíces comunes, ella y $f_1(x)$ deben tener un máximo comun divisor, que es precisamente igual al producto de los factores binomios correspondientes á las raíces múltiples, elevados respectivamente al grado de multiplicidad disminuido en una unidad. Este máximo comun divisor es:

$$f_r(x) = (x-a)^{m-1}(x-b)^{n-1}.$$

Pero aplicando á $f(x)$ y á $f_1(x)$ el procedimiento directo del *m. c. d.* obtendremos una série de restos:

$$f_2(x), \quad f_3(x), \quad \dots, \quad f_n(x), \tag{2}$$

los cuales serán tambien divisibles por $f_r(x)$, de modo que efectuando esta division lo mismo que la de $f(x)$ y $f_1(x)$ por $f_r(x)$, obtendremos otros tantos cocientes que indicaremos con la letra f afectada del índice s y del que le corresponde en el órden de las funciones, y podemos escribir la série:

$$f_s(x), \quad f_{1s}(x), \quad f_{2s}(x), \quad f_{3s}(x), \quad \dots, \tag{2}$$

y debemos buscar las raíces reales *distintas* de $f(x)$, que son las de la ecuacion:

$$f_s(x) = \frac{f(x)}{f_r(x)}.$$

Veamos pues cómo á la série (2) se puede aplicar el procedimiento de Sturm. Sustituyendo $f(x)$ y $f_r(x)$ en la anterior por sus valores se tiene:

$$f_s(x) = \frac{(x-a)^m(x-b)^n(x-c)\dots(x-l)}{(x-a)^{m-1}(x-b)^{n-1}}$$

ó bien

$$f_s(x) = (x-a)(x-b)(x-c)\ldots(x-l),$$

y como puede verse, en virtud de un teorema anteriormente enunciado, $a, b, c, \ldots, l$, son las raíces de $f_s(x)$ es decir las mismas raíces *distintas* de la ecuacion propuesta $f(x)=0$.

La derivada primera de $f(x)$ podemos escribirla así:

$$f_1(x) = m\frac{(x-a)^{m-1}(x-b)^n(x-c)\ldots(x-l)}{(x-a)}\cdot(x-a)$$
$$+ n\frac{(x-a)^m(x-b)^{n-1}(x-c)\ldots(x-l)}{x-b}(x-b) + \ldots$$
$$+ \frac{(x-a)^m(x-b)^n(x-c)\ldots(x-k)}{(x-l)}(x-l),$$

y si dividimos por el $m.\ c.\ d.\ f_r(x)$, obtendremos un cociente $f_{1s}(x)$ cuyo valor es:

$$f_{1s}(x) = \frac{f_1(x)}{f_s(x)}$$

$$f_{1s}(x) = m\frac{(x-a)^{m-1}(x-b)^n(x-c)\ldots(x-l)}{(x-a)^{m-1}(x-b)^{n-1}}\cdot\frac{x-a}{x-a}$$
$$+ n\frac{(x-a)^m(x-b)^{n-1}(x-c)\ldots(x-l)}{(x-a)^{m-1}(x-b)^{n-1}}\cdot\frac{x-b}{x-b} + \ldots$$

ó bien

$$f_{1s}(x) = m\frac{(x-a)(x-b)(x-c)\ldots(x-l)}{(x-a)}$$
$$+ n\frac{(x-a)(x-b)(x-c)\ldots(x-l)}{(x-b)} + \ldots$$
$$+ \frac{(x-a)(x-b)(x-c)\ldots(x-l)}{(x-l)},$$

y en fin

$$f_{1s}(x) = m\frac{f_s(x)}{(x-a)} + n\frac{f_s(x)}{(x-b)} + \frac{f_s(x)}{(x-c)} + \ldots + \frac{f_s(x)}{(x-l)}.$$

Examinemos como $f_s(x)$ y $f_{1s}(x)$ pueden tomarse como

funciones de Sturm; en primer lugar la ecuacion $f_s(x)$ no tiene raíces iguales y además $f_s(x)$ y $f_{1s}(x)$ son primos entre sí pues no tienen factores comunes. Ahora lo que debemos probar es que por cada valor de x que anula á $f_s(x)$ se pierde una variacion de signo en las funciones:

$$f_s(x), \quad f_{1s}(x), \quad f_{2s}(x), \quad \ldots.$$

Dividiendo $f_{1s}(x)$ por $f_s(x)$ se tiene:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f_s(x)} = \frac{m}{x-a} + \frac{n}{x-b} + \frac{1}{x-c} + \ldots + \frac{1}{x-l} = \frac{m}{x-a} + \mathrm{F};$$

designando con F la suma de los términos del 2º miembro á partir del segundo. Podemos tambien poner:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f_s(x)} = \frac{m + \mathrm{F}(x-a)}{(x-a)}. \qquad (1)$$

El signo de la fraccion $\frac{f_{1s}(x)}{f_s(x)}$ depende del valor de x, siendo positiva ó negativa segun que x sea mayor ó menor que a; dando pues á x los valores:

$$x = (a-h) \qquad \text{y} \qquad x = (a+h),$$

siendo h suficientemente pequeña para que en el intérvalo de esos valores no haya ninguna raíz de $f_{1s}(x)$, tendremos que las funciones:

$$f_{1s}(a-h, \quad f_{1s}(a), \quad \text{y} \quad f_{1s}(a+h),$$

tienen igual signo. Ahora bien, para el primer valor se tiene segun el desarrollo de Taylor:

$$f_s(x) = f_s(a-h) = f_s(a) - h f_s'(a) + \frac{h^2}{\underline{|2}} f_s''(a) + \ldots.$$

ó bien

$$f_s(a-h) = -h\left[f_s'(a) - \frac{h}{\underline{|2}} f_s''(a) + \ldots\right].$$

pero como h es tan pequeño como se quiera, el signo del polinomio del paréntesis dependerá del de $f_s'(a)$ que es positivo, luego para $x=(a-h)$, $f_s(x)$ es negativo y la relacion (1) nos dice que en general para valores inmediatamente anteriores á a, $f_s(x)$ y $f_{1s}(x)$ son de signos contrarios.

En segundo lugar para para $x=(a+h)$ obtendremos

$$f_s(x)=f_s(a+h)=f_s(a)+h f_s(a)+\frac{h^2}{|\underline{2}}f_s''(a)+\dots$$

ó bien

$$f_s(a+h)=h\left[f_s'(a)+\frac{h}{|\underline{2}}f_s''(a)+\dots\right].$$

y por razones análogas á las que hemos dado antes el valor de $f_s(x)$ es positivo para $x=(a+h)$ y la relacion de $f_s(x)$ á $f_{s1}(x)$ será positiva; por consiguiente la variacion de signo que existía ántes del valor a que anulaba á $f_s(x)$ ha desaparecido, y podemos reasumir lo dicho en este cuadro:

x	$f_s(x)$	$f_{1s}(x)$	x	$f_s(x)$	$f_{1s}(x)$
$(a-h)$	$+$	$-$	$(a-h)$	$-$	$+$
a	$\pm$	$-$	a	$\pm$	$+$
$(a+h)$	$-$	$-$	$(a+h)$	$+$	$+$

Por otra parte supongamos que para un cierto valor:

$$x=a_1$$

se anule una funcion cualquiera $f_{ns}(x)$; las funciones que comprenden á esta son diferentes de *cero* segun su modo de formacion, y observando la relacion que liga á tres funciones consecutivas se verá que:

$$f_{(n-1)s}(x) \qquad \text{y} \qquad f_{(n+1)s}(x)$$

tienen para aquel valor, signos contrarios.

Hagamos á su vez:

$$x = (a_1 - h) \quad \text{y} \quad x = (a_{1s} + h),$$

siendo h tan pequeño como se quiera para que entre esos dos valores no haya ninguna raíz de $f_{(n-1)s}(x)$ y $f_{(n+1)s}(x)$; es evidente entónces que las tres funciones:

$$f_{(n-1)s}(a_1 - h), \quad f_{(n-1)s}(a_1) \quad \text{y} \quad f_{(n-1)s}(a_1 + h),$$

tienen igual signo, y este será siempre contrario al que tienen $f_{(n+1)s}(x)$ para los mismos tres valores de x, y podemos formar estos cuadros:

x	$f_{(n-1)s}(x)$	$f_{ns}(x)$	$f_{(n+1)s}(x)$
$(a-h)$	$+$	$+$	$-$
a	$+$	$\pm$	$-$
$(a+h)$	$+$	$-$	$-$

x	$f_{(n-1)s}(x)$	$f_{sn}(x)$	$f_{(n+1)s}(x)$
$(a-h)$	$-$	$-$	$+$
a	$-$	$\pm$	$+$
$(a+h)$	$-$	$+$	$+$

lo cual nos dice que si para un cierto valor a_1 de x se anula una funcion auxiliar no se pierde ninguna variacion en la série de signos.

Aquí podremos ya hacer la siguiente observacion: podrá prescindirse de la formacion de la série:

$$f_s, \quad f_{1s}, \quad f_{2s}, \quad \ldots, \quad f_{ns},$$

que no eran sinó los cocientes que se obtienen dividiendo la série:

$$f(x), \quad f_1(x), \quad f_2(x), \quad \ldots,$$

por el *m. c. d.*; y estas á su vez eran los restos (cambiados

de signos) que se obtenían aplicando á la ecuacion dada $f(x)$ y á su primera derivada el procedimiento del *m. c. d.* Pero es evidente que si para un valor dado á x, el *m. c. d.* es positivo ó negativo, el signo de las funciones de la série :

$$f_s(x), \quad f_{1s}(x), \quad f_{2s}(x), \quad \ldots,$$

serán respectivamente iguales ó contrarios á los de la otra série :

$$f(x), \quad f_1(x), \quad f_2(x), \quad \ldots.$$

Con esto, queda de manifiesto la solucion del problema que nos habiamos propuesto, al estudiar las ecuaciones que tenían raíces iguales, y que aclararemos con el siguiente :

Ejemplo. — Hallar el número total de raíces *reales distintas* de la ecuacion :

$$x^4+2x^3-11x^2-12x+36=0.$$

Formando las funciones de Sturm tendremos :

$$f(x)=x^4+2x^3-11x^2-12x+36,$$
$$f_1(x)=4x^3+6x^2-22x-12=2x^3+3x^2-11x-6,$$
$$f_2(x)=100x^2+100x-600=x^2+x-6,$$
$$f_3(x)=0,$$

y como puede verse, la ecuacion debe contener raíces iguales, y el *m. c. d.* será :

$$f_r(x)=x^2+x-6.$$

Formemos ahora la série f_s, f_{1s}, f_{2s}, ..., y obtendremos :

$$f_s(x)\ =x^2+x-6,$$
$$f_{1s}(x)=4x+2=2x+1,$$
$$f_{2s}(x)=1,$$

y aplicando á esta série el método de Sturm sustituyendo $-\infty$ y $+\infty$ en vez de x obtenemos:

x	$f_s(x)$	$f_{1s}(x)$	$f_{2s}(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	+	2
0	—	+	+	1
$+\infty$	+	+	+	0

por lo tanto la ecuacion $f_s(x)=0$ tiene sus dos raíces reales, y segun lo que hemos dicho respecto á las raíces de esta ecuacion, la $f(x)=0$ tendrá tambien dos raíces reales distintas, y como lo indica el cuadro, una será positiva y la otro negativa.

Por otra parte la regla de los signos de Descartes nos dice que el número de raíces reales positivas de $f(x)$ no puede ser mayor que 2, que es el número de variaciones de signo que presenta; y que el número de raíces negativas no puede ser mayor que 2: número de variaciones que presente la transformada en $-x$:

$$x^4-2x^3-11x^2+12x+36.$$

Haciendo aplicacion de la observacion que hemos hecho anteriormente, si en la série:

$$f(x),\quad f_1(x),\quad f_2(x),\quad \ldots,$$

sustituimos en vez de x dos números cualesquieras, el número de variaciones perdidas en la série de signos desde $x=\alpha$ á $x=\beta$, será igual al de raíces reales *distintas* de $f(x)=0$.

Sustituyendo:

$$x=-\infty \quad \text{y} \quad x=+\infty,$$

se tiene:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	+	0	2
0	+	—	—	0	1
$+\infty$	+	+	+	0	0

cuyo resultado es el mismo que arroja el cuadro anterior.

La ecuacion propuesta no puede tener raíces imaginarias, pues si tuviera una por lo menos, tendría tambien su conjugada, y resultarían dos raíces reales (una positiva y otra negativa) y dos imaginarias, lo que es falso, pues en este caso la ecuacion carecería de raíces reales múltiples; por otra parte, siendo 2 el límite de las raíces reales positivas, y 2 el de las negativas segun la regla de Descartes, deducimos que la ecuacion propuesta tendrá dos raíces reales, positivas é iguales y dos raíces reales negativas é iguales tambien entre sí.

X

APLICACION DEL MÉTODO DE STURM PARA HALLAR EL GRADO DE MULTIPLICIDAD DE LAS RAÍCES DE UNA ECUACION

Sea $f(x) = 0$ una ecuacion que tenga raíces iguales; a, b, c, ..., l estas raíces, y supongamos como antes que la raíz a se halle repetida m veces y la b, n veces, ó en otros términos que m y n sean respectivamente los grados de multiplicidad de a y b.

Como anteriormente se formará la siguiente série de funciones de Sturm :

$$f_s(x), \quad f_{1s}(x), \quad f_{2s}(x), \quad \ldots, \quad f_{ns}(x),$$

y el valor de la 1ª era :

$$f_s(x) = \frac{f(x)}{f_r(x)} = \frac{(x-a)^m (x-b)^n (x-c) \ldots (x-l)}{(x-a)^{m-1} (x-b)^{n-1}}$$

ó bien

$$f_s(x) = (x-a)(x-b)(x-c) \ldots (x-l). \tag{1}$$

La derivada de esta espresion es:

$$f_s'(x) = (x-b)(x-c)\ldots(x-l) + (x-a)(x-c)\ldots(x-l) + \ldots$$
$$+ (x-a)(x-b)(x-c)\ldots(x-k).$$

Multiplicando y dividiendo respectivamente cada término del segundo miembro por $(x-a)$, $(x-b)$, $(x-c)\ldots$, y el último por $(x-l)$ se tendrá:

$$f_s' = \frac{(x-a)(x-b)\ldots(x-l)}{(x-a)} + \frac{(x-a)(x-b)\ldots(x-l)}{x-b} + \ldots$$
$$+ \frac{(x-a)(x-b)(x-c)\ldots(x-l)}{(x-l)},$$

y como cada uno de los numerados es el valor de $f_s(x)$, obtendremos:

$$f_s'(x) = \frac{f_s(x)}{x-a} + \frac{f_s(x)}{x-b} + \ldots + \frac{f_s(x)}{x-l}, \qquad (2)$$

y dividiendo la (2) por la (1):

$$\frac{f_s'(x)}{f_s(x)} = \frac{1}{x-a} + \frac{1}{x-b} + \ldots + \frac{1}{x-l} = \frac{1}{x-a} + \mathrm{M},$$

representando con M la suma de todos los términos del 2° miembro á partir del segundo.

Podemos tambien escribir, multiplicando y dividiendo á M por $(x-a)$:

$$\frac{f_s'(x)}{f_s(x)} = \frac{1}{x-a} + \frac{\mathrm{M}(x-a)}{x-a} = \frac{1+(x-a)\mathrm{M}}{x-a}. \qquad (3)$$

Pero anteriormente hemos encontrado que la relacion entre las dos primeras funciones $f_s(x)$ y $f_{1s}(x)$ será:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f_s(x)} = \frac{m}{x-a} + \frac{n}{x-b} + \frac{1}{x-c} + \ldots + \frac{1}{x-l},$$

ó bien:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f_s(x)}=\frac{m}{x-a}+F, \tag{4}$$

siendo:

$$F=\frac{n}{x-b}+\frac{1}{x-c}+\ldots+\frac{1}{x-l}.$$

La (4) se puede tambien poner así:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f_s(x)}=\frac{m}{x-a}+\frac{x-a}{x-a}F=\frac{m+(x-a)F}{x-a}, \tag{5}$$

y dividiendo la (5) por la (3) tendremos:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f'_s(x)}=\frac{m+(x-a)F}{1+(x-a)M},$$

entónces si a es una raíz múltiple de $f(x)=0$ y por lo tanto una raíz simple de $f_s(x)$ tendremos para el valor $x=a$:

$$\frac{f_{1s}(x)}{f'_s(x)}=m;$$

tal es el modo de hallar el grado de multiplicidad de la raíz a, y podemos decir que:

« *Para hallar el grado de multiplicidad de una raíz* a, *se sustituye* x *por* a *en la* 2ª *funcion de Sturm* $f_{1s}(x)$, *y en la derivada de la primera* $f'_s(x)$ *y el cociente de las dos cantidades asi obtenidas nos da el número* m *buscado.* » Tal es la aplicacion del método de Sturm.

Ejemplo. — Hallar el grado de multiplicidad de las raíces de la ecuacion:

$$x^4-3x^3-6x^2+28x-24=0.$$

Averiguaremos ante todo si la ecuacion tiene raíces iguales, para lo cual aplicando el procedimiento del *m. c. d.* á

$f(x)$ y á su derivada llegamos al polinomio:

$$f_r(x)=x^2-4x+4,$$

y las funciones obtenidas son:

$$f(x)=x^4-3x^3-6x^2+28x-24,$$
$$f_1(x)=4x^3-9x^2-12x+28,$$
$$f_2(x)=x^2-4x+4,$$
$$f_3(x)=0,$$

y formando las funciones de Sturm obtendremos:

$$f_s(x)=x^2+x-6,$$
$$f_{1s}(x)=4x+7,$$
$$f_{2s}(x)=1,$$

y la aplicacion del método nos dará:

x	$f_s(x)$	$f_{1s}(x)$	$f_{2s}(x)$	Variaciones
$-\infty$	$+$	$-$	$+$	2
0	$-$	$+$	$+$	1
$+\infty$	$+$	$+$	$+$	0

luego la ecuacion $f_s(x)=0$ tiene sus dos raíces reales una positiva y otra negativa, y por lo tanto la ecuacion propuesta $f(x)=0$ tiene dos raíces reales *distintas:* una positiva y otra negativa.

En este caso no necesitariamos hacer demasiadas consideraciones para resolver por completo el problema, pues resolviendo la ecuacion $f_r(x)=0$ se tiene:

$$x'=2 \quad \text{y} \quad x''=-3.$$

Además por consideraciones análogas á las que hicimos en el ejemplo anterior, la ecuacion propuesta no puede tener raíces imaginarias y segun la regla de los signos de Descartes la raíz positiva 2 estera repetida *tres* veces y la -3

es simple; pero como el objeto principal que nos proponemos es la aplicacion directa y completa del método de Sturm, hallaremos el grado m de multiplicidad de la raíz 2 por la fórmula:

$$m = \frac{f_{1s}(x)}{f_s'(x)},$$

y para $x = 2$ se tiene:

$$m = \frac{4x+7}{2x+1} = 3,$$

y necesariamente la raíz -3 es simple pues se tiene:

$$n = \frac{f_{1s}(x)}{f_s'(x)},$$

y para $x = -3$:

$$n = \frac{-5}{-5} = 1.$$

Veamos aquí, estudiando las aplicaciones diversas del teorema, cómo se puede demostrar directamente la que pertenece á la resolucion de las ecuaciones de raíces iguales.

Si la ecuacion $f(x) = 0$ se anula para un cierto valor de x, se pierde una variacion de signo en las diversas funciones obtenidas con el procedimiento del *m. c. d.*; y si no es $f(x)$ la que se anula sinó otra funcion cualquiera, no se pierde ninguna variacion.

En efecto; sean las funciones obtenidas por el procedimiento indicado:

$$f(x), \quad f_1(x), \quad f_2(x), \quad \ldots, \quad f_n(x),$$

y α es una raíz cualesquiera de $f(x)$. Hemos visto que si damos á x valores como $(\alpha - h)$ y $(\alpha + h)$ siendo h suficientemente pequeña para que entre aquellos valores no haya ninguna raíz de $f_1(x)$, se tendrá que las funciones:

$$f_1(\alpha - h), \quad f_1(\alpha) \quad \text{y} \quad f_1(\alpha + h),$$

tendrán todas un mismo signo, y á la vez:

$$f_1(\alpha+h) \quad \text{y} \quad f(\alpha+h),$$

deben tener tambien signos iguales.

Llamando β á la raíz inmediatamente mayor que α, de la ecuacion $f(x)=0$, y dando á x los valores $(\beta-h)$ y $(\beta+h)$ siendo h tan pequeña como se quiera, tendremos que $f_1(\beta+h)$ y $f(\beta-h)$ tienen signos diferentes; pero como $f(x)$ conserva siempre el mismo signo entre $(\alpha+h)$ y $(\beta-h)$, pues α y β son raíces consecutivas, resulta que $f_1(x)$ ha cambiado entre α y β una vez de signo y en general un número impar de veces; luego anulándose $f(x)$ para un cierto valor de x se pierde una variacion de signo.

Ahora veamos cómo si la funcion que se anula no es $f(x)$, no se pierde ninguna variacion. Sabemos ya que entre dos raíces reales y *desiguales* de $f(x)=0$ hay por lo ménos una raíz de la derivada $f_1(x)$; entónces si entre α y β hay una raíz a de esta última ecuacion, dando á x los valores:

$$x=a-h \quad \text{y} \quad x=a+h,$$

siendo h tan pequeña como se quiera, es evidente que $f(a-h)$ y $f(\alpha+h)$ tienen el mismo signo desde que el valor $(a-h)$ está comprendido entre α y β, entre cuyos valores no cambia $f(x)$. Por otra parte $f_1(x)$ tiene tambien el mismo signo para $x=a-h$ que para $x=\alpha+h$, pues solo cambia cuando se anula y solo se anula para $x=a$.

Pero dando ahora á x el valor $(a+h)$, se tiene que $f(x)$ conserva su signo mientras que la derivada cambia para ese valor, y habría entónces una variacion de signo; pero anulándose $f_1(x)$ para $x=a$, las funciones adyacentes son iguales y de signos contrarios, luego la variacion que antes habiamos hallado ha desaparecido; luego aunque una funcion que no sea $f(x)$ se anule, no se altera el número de variaciones.

Con lo dicho puede formarse el siguiente cuadro :

x	$f_1(x)$	$f_1(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$a-h$	$+$	$+$	$-$	1
a	$+$	$\pm$	$-$	1
$a+h$	$+$	$-$	$-$	1
$a-h$	$-$	$-$	$+$	1
a	$-$	$\pm$	$+$	1
$a+h$	$-$	$+$	$+$	1

Hemos supuesto que entre α y β no hubiera más que una sola raíz a de $f_1(x)$; pero podemos generalizar la demostracion, suponiendo que entre los mismos valores exista tambien otra raíz b.

Dando á x los valores :

$$x = b - h \qquad \text{y} \qquad x = b + h,$$

siendo h tan pequeño como se quiera, $f(x)$ y $f_s(x)$ tendrán para esos valores signos contrarios, pero para esos mismos valores, $f(x)$ y $f_1(x)$ tenían tambien signos contrarios luego antes del valor b los signos son contrarios pero despues de este valor $f(x)$ y $f_1(x)$ toman signos iguales, y se puede formar el cuadro siguiente :

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_1(x)$	Variaciones
$b-h$	$+$	$-$	$-$	1
b	$+$	$\pm$	$-$	1
$b+h$	$+$	$+$	$-$	1
$b-h$	$-$	$+$	$+$	1
b	$-$	$\pm$	$+$	1
$b+h$	$-$	$-$	$+$	1

luego ya sea $f(x)$ positiva ó negativa entre los valores α y β, no se pierde ninguna variacion de signo.

Del mismo modo se extendería la demostracion á un número cualesquiera de raíces de $f_1(x)$ comprendidas entre α y β quedando asi completa la aplicacion del teorema.

Ejemplo. — Sea la ecuacion:

$$x^4 - 2x^3 - 12x^2 + 40x - 32 = 0.$$

Si se aplica á esta espresion y á su derivada $f_1(x)$ el procedimiento del *m. c. d.*, se verá que tiene raíces iguales pues ellas admiten un máximo comun divisor que es:

$$f_r(x) = x^2 - 4x + 4,$$

y las funciones obtenidas son:

$$f(x) = x^4 - 2x^3 - 12x^2 + 40x - 32,$$
$$f_1(x) = 4x^3 - 6x^2 - 24x + 40 = 2x^3 - 3x^2 - 12x + 20,$$
$$f_2(x) = 27x^2 - 108x + 108 = x^2 - 4x + 4,$$
$$f_3(x) = 0,$$

y formando las funciones de Sturm que son los cocientes de dividir las anteriores por $f_r(x)$ se tendrá:

$$f_s(x) = x^2 + 2x - 8,$$
$$f_{1s}(x) = 4x + 10,$$
$$f_{2s}(x) = 1,$$

y aplicando el procedimiento de Sturm tendremos el siguiente cuadro:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	+	0	2
0	—	+	+	0	1
$+\infty$	+	+	+	0	0

el cual nos prueba que la ecuacion propuesta tiene dos raíces reales diferentes, una positiva y otra negativa, lo

que podiamos haber previsto antes, pues la misma ecuacion es de grado par y su último término es negativo.

Si se resolviera la ecuacion se vería que una de las raíces es 2 y se puede hallar su grado de multiplicidad haciendo aplicacion de la fórmula :

$$m = \frac{f_{1s}(x)}{f'_s(x)},$$

que en el caso presente será :

$$m = \frac{4x + 10}{2x + 2},$$

y haciendo $x = 2$ resulta :

$$m = 3$$

es decir que la raíz 2 se halla repetida *tres* veces en la ecuacion $f(x) = 0$ y que la raíz negativa es simple. Se podría haber llegado á los mismos resultados haciendo uso de la regla de los signos de Descartes, etc.

XI

APLICACION DEL TEOREMA DE STURM Á LA SEPARACION DE LAS RAÍCES REALES

Una de las aplicaciones más directas del teorema de Sturm es la separacion de las raíces reales de una ecuacion numérica, es decir, hallar pares de valores que comprendan á una de ellas. Se emplean distintos medios para conseguir este resultado, como : la regla de los signos de Descartes, el teorema de Rolle, y el método de Waring, que

algunos autores entre ellos Sanchez-Vidal atribuyen impropiamente á Lagrange; pero es de notar que el primero de aquellos solo tiene aplicacion en ciertos y determinados casos, pues en otros no se puede estar cierto de que la separacion está hecha. Lo mismo sucede con el método de Waring que aunque es el más exacto, presenta este doble inconveniente: de ser á veces sumamente laborioso y que se aplica con ventaja en la práctica tan solo hasta las ecuaciones del tercer grado. En los ejemplos siguientes podemos aplicar estos métodos.

Ejemplo. — Sea la ecuacion:

$$x^4 - 2x^3 + x^2 - 6x + 2 = 0.$$

Por lo pronto podemos asegurar que esta ecuacion no tiene raíces reales negativas segun la regla de los signos de Descartes pues no presenta sinó variaciones.

Segun la regla de Newton dos límites de las raíces reales son 0 y 3, y sustituyendo en la ecuacion propuesta los valores comprendidos entre estos límites se tiene la série de signos:

0,	1,	2,	3,
+,	—,	—,	+,

por lo tanto una raíz estará comprendida entre 0 y 1, y la otra entre 2 y 3, números que respectivamente dan resultado de signos contrarios; pero el grado de la ecuacion es 4 y puede muy bien tener todas sus raíces reales, entónces no puede asegurarse que la separacion esté del todo hecha. Apliquemos pues el método de Sturm, y las funciones serán:

$$f(x) = x^4 - 2x^3 + x^2 - 6x + 2,$$
$$f_1(x) = 4x^3 - 6x^2 + 2x - 6,$$
$$f_2(x) = 4x^2 + 68x - 20 = x^2 + 17x - 5,$$
$$f_3(x) = -160x + 47,$$
$$f_4(x) = -2049,$$

y sustituyendo los valores $x = -\infty$ y $x = +\infty$ se obtiene la

siguiente série de signos:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$	Variaciones
$-\infty$	+	—	+	+	—	3
0	+	—	—	+	—	3
$+\infty$	+	+	+	—	—	1

La ecuacion propuesta no tiene pues raíces iguales; tiene dos raíces reales positivas y dos imaginarias. Esto lo podíamos tambien haber previsto antes, pues en la série de signos de los primeros términos de las funciones de Sturm hay una variacion y por lo tanto habrá un par de raíces imaginarias.

Si sustituimos en las mismas funciones los números comprendidos entre 0 y 3 se tiene:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$	Variaciones
0	+	—	—	+	—	3
1	—	—	+	—	—	2
2	—	+	+	—	—	2
3	+	+	+	—	—	1

y este cuadro nos comprueba el resultado hallado antes, de que entre 0 y 1 existe una raíz real y otra entre 1 y 2.

Puede tambien presentarse el caso en que dos números enteros comprendan más de una raíz real y entónces es más ventajosa la aplicacion del método de Sturm.

Ejemplo. — Sea la ecuacion:

$$13x^3 - 4x^2 - 3x + 1 = 0.$$

Esta ecuacion es de grado impar y su último término es negativo, luego tendrá por lo ménos una raíz real negativa. Segun la regla de Newton dos límites de las raíces reales positivas son 0 y 1, y para las raíces negativas -1 y 0. Sustituyendo, pues, los valores de x comprendidos entre -1 y

$+1$ en la ecuacion propuesta se tiene la série:

$$\begin{array}{ccc} -1, & 0, & +1, \\ -, & +, & +, \end{array}$$

luego entre -1 y 0 hay comprendida una raíz real. Por otra parte, aplicando la regla de los signos de Descartes, el número de las raíces positivas no puede ser mayor que 2, y el de las raíces negativas no puede ser mayor que 1, pero aplicando el método de Sturm se tiene la série de funciones:

$$f(x)=12x^3-4x^2-3x+1,$$
$$f_1(x)=36x^2-8x-3,$$
$$f_2(x)=2976x-1152=31x-12,$$
$$f_3(x)=64800,$$

y sustituyendo en ellas los valores:

$$x=-\infty \quad \text{y} \quad x=+\infty,$$

se tiene:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$-\infty$	$-$	$+$	$-$	$+$	3
0	$+$	$-$	$-$	$+$	2
$+\infty$	$+$	$+$	$+$	$+$	0;

los signos de los primeros términos de las funciones de Sturm son todos positivos, lo que ya nos indicaba de antemano que todas las raíces de $f(x)=0$ son reales, y como habiamos dicho que no puede haber sinó una sola raíz negativa, las otras dos serán positivas.

Si sustituimos ahora en las funciones de Sturm números comprendidos entre 0 y 1 se tendrá;

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
-1	$-$	$+$	$-$	$+$	3
0	$+$	$-$	$-$	$+$	2
0,4	$-$	$-$	$+$	$+$	1
1	$+$	$+$	$+$	$+$	0

y este cuadro nos manifiesta que la raíz real negativa está comprendida entre 0 y -1; una raíz positiva está comprendida entre 0 y 0,4 y la otra en 0,4 y 1, quedando asi totalmente hecha la separacion.

XII

APLICACION DEL TEOREMA DE STURM Á LA APROXIMACION DE LAS RAÍCES INCONMENSURABLES

El teorema de Sturm puede tener una importante aplicacion en el método de Lagrange para aproximar el valor de las raíces inconmensurables. Sabemos que ese método consiste en calcular una raíz desorollándola en fraccion contínua de la manera siguiente:

Si $f(x)=0$ es una ecuacion racional y entera, y α una raíz real comprendida entre dos números m y $m+1$, puede suceder que estos números comprendan la sola raíz α ó que comprendan otras más.

En el primer caso haremos:

$$\alpha=m+\frac{1}{y},$$

y formaremos la ecuacion transformada en y, ecuacion que solo puede tener una raíz real positiva mayor que la unidad. En seguida se sustituyen en esta ecuacion dos números n y $n+1$ que den resultados de signos contrarios y que por lo tanto comprenderán una raíz real y tan solo una de la ecuacion:

$$f(y)=0.$$

Haciendo entónces:

$$y=n+\frac{1}{z},$$

formaremos la transformada en z y haciendo las mismas consideraciones que antes se podrá poner:

$$z = p + \frac{1}{u},$$

y así sucesivamente. Tendremos pues:

$$\alpha = x = m + \cfrac{1}{n + \cfrac{1}{p + \dots}}$$

En el segundo caso suponiendo que dos números enteros consecutivos comprendan más de una raíz real, procederemos por el método de Sturm de este modo: si una raíz está comprendida entre:

$$a \quad \text{y} \quad a + \frac{1}{m},$$

se forma la transformada de la ecuacion propuesta cuyas raíces sean m veces mayores que las de esta, y la raíz α que antes se hallaba comprendida entre a y $a + \frac{1}{m}$ se hallará ahora comprendida entre:

$$(a \,.\, m) \quad \text{y} \quad (am + 1),$$

y este caso queda reducido al anterior. Suponiendo entónces formada la série:

$$f(x), \quad f_1(x), \quad f_2(x), \quad \dots, \quad f_n(x),$$

y una vez hecha la separacion de las raíces haremos:

$$\alpha = m + \frac{1}{y},$$

y sustituyendo este valor en las funciones de Sturm ten-

dremos la série:

$$f\left(m+\frac{1}{y}\right),\quad f_1\left(m+\frac{1}{y}\right),\quad f_2\left(m+\frac{1}{y}\right),\quad \ldots,$$

ecuaciones que representaremos para abreviar por:

$$\varphi(y),\quad \varphi_1(y),\quad \varphi_2(y),\quad \ldots. \qquad \text{(A)}$$

Sustituyendo ahora en esta série dos números n y $n+1$, la diferencia entre el número de variaciones de signos que produce la sustitucion de n y el de las que produce $n+1$, será igual al número total de raíces reales de $\varphi(x)=0$ comprendidas entre n y $n+1$. Ahora bien, el resultado así obtenido, es evidentemente igual al que se obtendrá sustituyendo en las funciones de Sturm los números:

$$a+\frac{1}{n} \quad \text{y} \quad a+\frac{1}{n+1},$$

es decir que la diferencia entre el número de variaciones que dá la sustitucion de $a+\frac{1}{n}$ y el de las que da $a+\frac{1}{n+1}$ es igual al número total de raíces reales de $f(x)$ comprendidas entre $a+\frac{1}{n}$ y $a+\frac{1}{n+1}$.

Ahora bien, si los números $a+\frac{1}{n}$ y $a+\frac{1}{n+1}$ comprenden más de una raíz de $\varphi(y)$, podemos hacer:

$$y=n+\frac{1}{z},$$

en la série (A). Dando á z dos valores consecutivos y enteros, y sustituyendolos en aquellas ecuaciones, podemos obtener más de un valor de z comprendido entre esos números, y así de seguida, hasta llegar á una ecuacion que no contenga más que una raíz comprendida entre los dos números consecutivos, y queda ya el problema reducido al 1er caso.

Ejemplo. — Sea la ecuacion :

$$x^3 - 6x^2 + 5x + 13 = 0.$$

Formando las funciones de Sturm se tiene :

$$f(x) = x^3 - 6x^2 + 5x + 13,$$
$$f_1(x) = 3x^2 - 12x + 5,$$
$$f_2(x) = 14x - 49.$$
$$f_3(x) = 49.$$

Segun la regla de Newton dos límites de las raíces reales de la ecuacion propuesta son : -2 y $+4$. Sustituyendo en las funciones de Sturm los números enteros comprendidos entre estos límites se tiene :

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_3(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
-2	$-$	$+$	$-$	$+$	3
-1	$+$	$+$	$-$	$+$	2
0	$+$	$+$	$-$	$+$	2
1	$+$	$-$	$-$	$+$	2
2	$+$	$-$	$-$	$+$	2
3	$+$	$-$	$-$	$+$	2
4	$+$	$+$	$+$	$+$	0

Las tres raíces de la ecuacion son reales por ser positivos todos los primeros términos de las funciones de Sturm; además la ecuacion propuesta tiene una raíz negativa comprendida entre -1 y -2 pues para estos valores desaparece una variacion en la série de signos.

Las otras dos raíces serán positivas y comprendidas, por igual razon entre 3 y 4.

La separacion está pues hecha ; tratemos ahora de aproximar las raíces.

Si los números 3 y 4 comprenden dos raíces reales podemos poner :

$$x = 3 + \frac{1}{y},$$

y sustituyendo este valor en las diversas funciones de Sturm, y llamando $f(y), f_1(y), \ldots,$ las transformadas se tendrá:

$$\begin{aligned} f(y) &= y^3 - 4y^2 + 3y + 1, \\ f_1(y) &= 4y^2 - 6y - 3, \\ f_2(y) &= 7y - 14, \\ f_3(y) &= 49, \end{aligned}$$

y sustituyendo en esta série dos números consecutivos como 1 y 2 tendremos:

y	$f(y)$	$f_1(y)$	$f_2(y)$	$f_3(y)$	Variaciones
1	+	—	—	+	2
2	—	—	±	+	1

luego entre 1 y 2 hay una raiz real de la ecuacion:

$$f(y) = y^3 - 4y^2 + 3y + 1.$$

Ahora bien si en la série de funciones de Sturm sustituimos los números:

$$3 + \frac{1}{1} = 4 \qquad \text{y} \qquad 3 + \frac{1}{2} = \frac{7}{2},$$

el número de raíces reales de $f(x) = 0$ comprendidas entre 4 y $\frac{7}{2}$ es igual al de las de $f(x) = 0$ comprendidas entre 1 y 2 y la sustitucion dará:

x	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
$\frac{7}{2}$	—	—	+	+	1
4	+	+	+	+	0

Entónces una de las raíces que buscamos está comprendida entre:

$$3 \qquad \text{y} \qquad 3 + \frac{1}{2},$$

y la otra entre:

$$3+\frac{1}{2} \quad \text{y} \quad 4,$$

puesto que $f(y)=0$ no tiene sinó una raíz comprendida entre 1 y 2. Para aproximar la primera de aquellas raíces, comprendida entre 3 y $3+\frac{1}{2}$, transformaremos la ecuacion propuesta en otra cuyas raíces sean dobles de las de estas y será:

$$f(x_1)=x_1^3-12x_1^2+20x_1+104,$$

de manera que aquella raíz se hallará ahora comprendida entre:

$$2.3=6 \quad \text{y} \quad \frac{7}{2}\cdot 2=7.$$

y podemos poner:

$$x_1=6+\frac{1}{y},$$

y la ecuacion anterior se transformará en esta otra:

$$8y^3-16y^2+6y+1.$$

La raíz de esta ecuacion, mayor que la unidad está comprendida entre 1 y 2; puesto que estos números dan resultados de signos contrarios, podemos poner:

$$y=1+\frac{1}{z}.$$

Sustituyendo á su vez este valor de y en la ecuacion anterior tenemos

$$f(z)=z^3+2z^2-8z-8=0;$$

y poniendo por z los valores 2 y 3, estos dan resultados de

signos contrarios y se puede escribir :

$$z=2+\frac{1}{u},$$

y la transformada en u será :

$$f(u)=8u^3-12u^2-8u-1.$$

Sustituyendo análogamente en esta ecuacion en vez de u los números 2 y 3, el primero da un resultado negativo y el segundo positivo, y se podrá tambien poner :

$$u=2+\frac{1}{t},$$

y así sucesivamente. Entónces el valor de x_1 estará dado por la fraccion contínua :

$$x_1=6+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\ldots}}}$$

El valor de x_1 lo calcularemos formando las reducidas que son :

$$\frac{6}{1},\quad \frac{7}{1},\quad \frac{20}{3},\quad \frac{47}{7}.$$

Si nos paramos en esta reducida y la tomanos como valor de x, se cometerá un error menor que la unidad, dividida por el producto del denominador de esa reducida, por la suma del mismo y del denominador de la reducida anterior, es decir que el error ε será :

$$\varepsilon<\frac{1}{7(7+3}<\frac{1}{70}.$$

XIII

EL TEOREMA DE STURM Y EL TEOREMA DE ROLLE

El teorema de Rolle nos dice que: « entre dos raíces reales desiguales y consecutivas de una ecuacion $f(x)=0$ se halla una y en general un número impar de raíces de la derivada $f_1(x)$ ». La verdad de esta proposicion la vemos bien manifesta en la demostracion del teorema de Sturm. Si a y b son dos raíces reales consecutivas de $f(x)=0$ y si $f_1(x)$ es su derivada, como estas dos funciones *consecutivas* no pueden anularse para un mismo valor de x, $f_1(a)$ tendrá un cierto signo diferente de $f(a)$; si damos á x los valores:

$$x=a-h \qquad \text{y} \qquad x=a+h,$$

siendo h tan pequeño como se quiera para que entre esos valores no haya ninguna raíz de $f_1(x)$, tenemos que:

$$f_1(a-h), \quad f_1(a) \qquad \text{y} \qquad f_1(a+h),$$

tienen las tres igual signo. Sabemos tambien que anulándose $f(x)$ para un cierto valor de x, es cuando se pierde una variacion de signo, pues $f_1(a-h)$ debía tener signo contrario á $f(a-h)$; pero pasando del valor a, $f(x)$ cambia inmediatamente de signo, y como $f_1(a+h)$ conservara el mismo que tenía antes, se pierde aquí la variacion de signo.

Tomando otro valor b que anule á $f(x)$; podemos dar á x los valores:

$$x=b-h \qquad \text{y} \qquad x=b+h,$$

en circunstancias análogas á las anteriores, y entónces $f_1(b-h)$ deberá tener tambien signo contrario con $f(b-h)$, y como $f(x)$ no ha variado de signo desde que pasó por el valor a hasta uno inmediato al b, pues a y b son por hipótesis raíces consecutivas, se sigue de que aunque antes se perdió una variacion de signo, $f_1(x)$ ha cambiado de signo

una vez por lo ménos, y en general un número impar, es decir que ha pasado por una raíz real ó en general por un número impar de raíces comprendidas entre a y b. De estas mismas consideraciones se deduce que si la ecuacion $f(x)=0$ tenía todas sus raíces reales, su derivada $f_1(x)$ tambien las tendrá, pues entre cada dos raíces de las m que contenga $f(x)$ habrá por lo ménos una raíz real de aquella, y entre todas serán $(m-1)$ que es precisamente el grado de la $f_1(x)=0$.

De manera que conociendo las raíces reales de una ecuacion $f(x)$ podemos determinar las de su derivada primera, tomando á esta como 1ª funcion de Sturm, y sustituir en la série de funciones obtenidas, las raíces de $f(x)=0$.

Ejemplo. — Sea la ecuacion del tercer grado :

$$2x^3-9x^2-10x-16,$$

cuyas raíces son -2, 1.5 y 4, y vamos á determinar las de su primera derivada.

Las funciones de Sturm, tomando como primera funcion á aquella derivada serán :

$$f_1(x)=6x^2-18x-10=3x^2-9x-5,$$
$$f_2(x)=12x-9=4x-3,$$
$$f_3(x)=287.$$

Desde luego se vé que todas las raíces de $f_1(x)$ son reales pues todos los primeros términos de las funciones de Sturm son positivos, y si sustuimos en ellas las raíces de $f(x)=0$ se tiene :

x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Variaciones
-2	$+$	$-$	$+$	2
1,5	$-$	$\pm$	$+$	1
4	$+$	$+$	$+$	0

y asi $f_1(x)$ tendrá dos raíces reales, una comprendida entre -2 y 1.5 y la otra entre 1.5 y 4.

FISIOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA

DE LOS

MARES DEL GLOBO

Por JUAN LLERENA

(Continuacion)

Por lo que es á la pimienta, que hemos visto cultivada en Ceylan, ella no es un árbol, sinó una enredadera, ó mejor, una vid. En el comercio la pimienta no vale tanto como el clavo, la canela ó la nuez moscada; pero es de un consumo infinitamente mayor. Ahora bien, todo el mundo sabe que, mercantilmente, pocos muchos enriquecen menos que muchos pocos. Por esto en pimienta, que es de una gran demanda, pueden hacerse magníficos negocios y fortunas, testigo Schlieman, el esplorador de Troya, el cual debió su gran fortuna á la pimienta.

Esto no es tan fácil en las otras especias de menos consumo. Produce la pimienta una bellísima vid, de la familia de las *Piperaceas*, la cual no pudiendo sostenerse á sí misma, debe disponerse en un bosque, en torno de una vara ó de un árbol recto como el álamo; más como este no crece en los países tropicales, el que hace sus veces en Ceylan es el *Mango*. Como este árbol es despojado de sus ramas inferiores, la vid de la pimienta se envuelve al tronco, rodeándola de elegantes festones y de ricos racimos de pimienta, que semejan un tanto las uvas pendientes de la parra enredada al olmo. Las hojas de la vid de la pimienta son anchas; se semejan á las de la hiedra y son de un verde brillante. Las flores se muestran en Junio, poco despues de comenzar las lluvias setentrionales (Junio corresponde en nuestro hemisferio á Diciembre); son pequeñas, de un blanco verdoso, siendo sucedidas por bayas aromáticas, que penden en grandes manojos ó racimos, como las uvas; pero la fruta crece independiente sobre delgados pedúnculos, como las grosellas. La pimienta negra y la blanca son el producto del mismo árbol, no siendo la blanca otra cosa que la pimienta negra remojada en agua y deshollejada.

Pero es imposible estar en Ceylan, solo muy pocos meses despues de un gran sábio, de reputacion universal, y no hablar por boca de él. Nos referimos al profesor Ernst Hæckel, de Jena, el cual, como yo, ha tenido el valor de abandonar el suelo natal en una edad en que pocos acometen tan largas escursiones. Para un naturalista como él, apasionado por la ciencia, el aspecto de la naturaleza Hindu, tan rica y tan floreciente, ha sido una fiesta perpétua. Es con un entusiasmo sincero que habla de esas bellas regiones, de Ceylan sobre todo, donde per-

maneció seis meses (de Diciembre de 1881 á Marzo de 1882). De sus correspondencias (con las cuales se ha formado un libro, que llegó flamante á mis manos, recien salido de la prensa, en San Francisco de California, en vísperas de embarcarme para recorrer el Pacífico, y que he leido con delicia durante mis largas travesías), se desprende un amor por la naturaleza y un culto por sus magníficas formas vivas, vegetales ó animales, que se espanden bajo el cielo de los trópicos, que se hace contagioso para las naturalezas escojidas. Porque Hæckel es el más grande hombre de nuestro siglo, despues de Humboldt y Darwin, ó mejor, más grande que ámbos, puesto que es él el que ha dado á conocer el significado del uno y el valor del otro; él es el que mejor ha comprendido y esplicado los misterios de la naturaleza, antes de él ni comprendidos ni esplicados.

Y decimos de las naturalezas escogidas, por no ofender nuestro dogma de la igualdad humana; porque Hæckel es de una naturaleza verdaderamente superior, por el talento, la penetracion, el trabajo y la ciencia. Un atleta verdaderamente superior de la brillante pléyade científica de Alemania. Por lo demás, siguiendo la hilacion de nuestro pensamiento, decíamos que solo las naturalezas escogidas son capaces de comprender, de medir y de secundar al génio. Por lo que es al vulgo humano, segun mi experiencia, este es tan esclavo de los que manejan el juego de las supersticiones, y los explotan sin piedad, rebajando su carácter hasta un grado tan zoes y tan ruin, que lejos de comprender y ayudar al talento, al patriotismo, á los grandes hombres y á las grandes naturalezas, más de una vez se ha manchado con un *genieicidio* (Sócrates, Anacársis, Jesu-Cristo, Ramus, Jordano Bruno, Savonarola, etc.). Tan bestial y abominable se conserva aún, el trono comun de ese magnífico árbol de la humanidad, entre cuyas brillantes flores y frutos de ingenio y de la virtud, se esconden tantos reptiles y áspides llenos del veneno de la envidia, del egoismo, de la codicia, del miedo bajo y de todas las malas y bajas pasiones. Es verdad que ellos no son sinó instrumentos deplorables de resortes más poderosos, y más ruines al mismo tiempo, como ser la ambicion sin escrúpulos, la hipocresía, el oscurantismo, y el cálculo deoscurantismo y bestializacion, de que hacen ála humanidad víctima.

Volviendo á Hæckel y á Ceylan, cuando la misma ignorancia tan pretenciosa y tan vana de su fortuna, ó de sus honores usurpados, llega á extasiarse de admiracion ante las maravillas y prodigios de la naturaleza real, ¿ qué será cuando él que la contempla es una inteligencia superior y sábia, que ha pasado su vida entera estudiando sus pro-

fundos, tanto como hechiceros prodigios? En nuestro país, por ejemplo, un espíritu vulgar, al contemplar viajando al occidente, la gran Cañada de la Travesía; al enfrentar á las grandes cordilleras, en los campos de San Luis, sentirá sin duda algun placer, alguna admiracion mezclada de fastidio. Más el sábio ante aquel grandioso cuadro, halla en la comprension de sus detalles, goces inefables, sobre todo cuando al pié del boscoso y florido cordon granítico del Alto Pencoso, en el vasto cauce disecado de la Cañada de la Travesía, hoy penoso por la falta de agua, reconoce el lecho terraplenado y disecado de un vasto Paraná geológico, que ha corrido por allí á bordes plenos, en una edad no remota de la presente; dilatando sus ondas magestuosas, bajo la sombra de mimosas colosales, entre los mónstruosos animados de la edad terciaria austral, el megatherium, el glyptodon, el mastodonte. El deleite que se siente es tan grande, como profundo, teniendo como Dios á la vista á un tiempo, el pasado y el presente, y que no el porvenir de nuestro planeta; el deleite es sincero, grande y profundo como el espectáculo!

La ciencia, pues, al revelar los misterios de la naturaleza, y su significado más profundo para el hombre, lejos de disecar ó abrumar nuestras facultades, las perfecciona, las embellece y eleva. Porque la verdad es que el mundo real es infinitamente superior al mundo estrecho de la fantasía y de la supersticion ciega; y los milagros de la ciencia, tan reales é incesantes, son positivos; y el hombre tiene en sus manos el reproducirlos, desde que obre de conformidad con los preceptos de la ciencia, que no se hallan por cierto divorciados ni con la moral ni con la virtud. Mientras los milagros fantásticos de la impostura, no hacen sinó usurpar una admiracion solo debida á la suprema inteligencia, que cuando menos se halla en la conciencia, en la inteligencia del sábio, del genio, ya que no en otra cosa, y ¿qué residencia más digna de la divinidad, que la mente del sábio, del justo, del veraz, del que no es hipócrita ni impostor? El impostor comienza siempre por engañarse á sí mismo, tal es su furor de hipocresía y de supersticion. Así, mientras más cultivado se halla nuestro espíritu, más susceptible es de gozar de las grandezas, hechizos y bellezas de la naturaleza.

Refiriéndose á la parte descriptiva de Ceylan, Haeckel dice: «Sería abusar de la paciencia del lector, el ensayar darle por una seca descripcion, una débil idea de los esplendores de la flora tropical de Ceylan. Cuando por primera vez me fué dado el contemplarla, embriagado con sus suaves perfumes, extasiado de admiracion, vagué por lar-

gas horas en ese paraiso terrenal, pasando de una planta á otra, de un árbol á otro árbol vecino, sin atreverme á decidir á cual consagrar primero toda mi atencion». Esto sucedía en la tarde del 21 de Noviembre de 1881, dia en que el vapor *Helios,* del Lloyd austríaco, conduciendo al profesor Haeckel y sus numerosas cajas, algunas conteniendo aparatos científicos, otras vacías para la recepcion de muestras, amaneció anclado en el puerto de Colombo. El describe primero, en unas pocas gráficas expresiones, la vision de magnificencia y belleza que se ostentó á sus ávidas miradas, así que disipadas, junto con la media luz del alba, las nieblas matinales ; y la isla con su franja de bosques de deliciosos palmeros, y los bosques aún más densos de las mesetas del interior, coronados en su centro por la misteriosa cima del Pico de Adan, se espandió á su vista, bañado por el espléndido y dorado sol de los trópicos.

En efecto, en el puerto, directamente enfrente del ancladero de los vapores, y dominándolo con sus fuegos, se alza la fortaleza ; á la derecha ó sud, el bello suburbio de Colpetti, en que tiene su recidencia la mayoría de los europeos ; y á la izquierda ó norte, el *Pettah* ó Ciudad Negra, ocupada por las razas indígenas. El profesor Haeckel fué calorosamente recibido al desembarcar, por su compatriota Herr Stipperger, el agente del Lloyd austríaco, en cuyo *Bungalow* (se pronuncia Bangla, nombre que se dá en Ceylan á un cotage rústico de un solo piso, con huerto), situado en la parte norte de la ciudad, á una distancia considerable del fuerte, y aún más distante de Colppeti. El pasó las dos primeras semanas de su permanencia en Colombo, que él describe como la más deliciosa de su existencia, y á la cual hacen relacion las palabras que hemos citado. Su primer excursion en Ceylan, desde el fuerte á *West Bengalow*, al través de la *Pettah*, abrió para él, segun sus propias expresiones, una sucesion de escenas de una magnificencia oriental. Las chozas de arcilla morena de los naturales, cada una con su jardin de cocoteros y de plátanos; la poblacion mixta de Singalis rojizos y de negros Tamalis, amontonados en las puertas, y haciendo todos sus quehaceres domésticos al aire libre ; combinado con el tinte del suelo de un brillante rojo, produciendo los efectos más pasmosos de sombra y de color, unido á una sensacion hechicera de sencillez primitiva, en un clima paradisiaco, en armonía con las formas de la naturaleza orgánica circundante. Sería imposible hacer una mencion aún pasagera del Singali y de su vida doméstica, sin descender á la descripcion de su más valiosa y á veces única posesion, el cocotero, el menor de cuyos componentes, es un objeto de utilidad para ellos.

El número de palmas de coco existentes en la isla, dice Hæckel, se calcula en 40.000.000, produciendo cada palma de 80 á 100 cocos todos los años, de los que puede extraerse de 8 á 10 cuartas de aceite. El cocotero no se cultiva en la parte setentrional de la isla, ni tampoco en mucha parte de la costa oriental. Su lugar se halla ocupado por la planta de la *palmyra*, no menos útil (*Borassus flabelliformis*). Este palmero cubre tambien los distritos más ardientes y secos del Hindostan, desarrollándose en gran profusion cerca de Bombay. Aún miradas á la distancia, las dos palmas varían mucho. La *palmyra* es un palmero con hojas en forma de abanico, con un tallo negro, fuerte y muy recto. El cocotero por otro lado, pertenece á esos bellos palmeros con hojas en forma de plumas, con delgados tallos blancos de 60 á 80 piés (20 á 25 yardas) de elevacion, graciosamente encorvados, y dotados con una frondosa corona de palmas, en forma de elegantes plumas. El precioso palmero Areca (*Areca catechu*) presenta hojas análogas, pero más tiesas y pequeñas, y con un tallo cónico á manera de tacuara; es el característico invariable de un jardin singalés, cultivado con esmero por el interés de su nuez, la cual siendo mascada junto con las hojas de la pimienta del betel, dá un color rojo á los dientes y á la saliva. Los bolivianos, esto es, los quíchuas, mascan tambien, no el betel y la areca, sinó la coca y una lejía, que son un equivalente. Extraño parentesco de costumbres, entre razas separadas por distancias tan inmensas!

Otro palmero, el kitu (*Kitool* en inglés); que es la *cariota urens* de los botánicos, es cultivada en lugar de la caña de azúcar, á causa de su abundante sávia sacarina, de la cual se prepara el azúcar de palma (*Djaggeri*) y el vino de palma (*Tody*). Uno de los presentes que, Cambises cuando su conquista de Egipto, envió al rey de los Etiopes Macrobios (Abisinia), con sus embajadores los Etiopes Ychtiofagos, fué este vino de palma; resultando justamente el más estimado de todos los presentes del rey de Persia, en el siglo VI antes de Jesu-Cristo, segun Heródoto. Yo no lo he probado, y no podré por consiguiente dar fé del buen gusto del rey Etiope. El fuerte y tieso tallo de esta palma, sostiene una corona de palmas ó plumas dobles, semejantes á la del helecho de pelo de doncella (*Adanthum capillus veneris*).

Despues de los palmeros, los más importantes de los árboles que se ven en los pequeños jardines de los singaleses (tan pequeños, que se han visto pleitos suscitados por *la herencia de una* 2,520 *parte de* 10 *cocoteros*!) son el árbol del pan y el mango. Hay dos clases del primero, la fruta del árbol del pan ordinario (*Artocarpus incisa*) y el

árbol Juan (*Artocarpus integrifolia*) que se cultiva por todo con gran profusion. Es este un gran árbol, que solo difiere del árbol del pan, en la integridad de sus hojas. Su fruta, de un gran tamaño, pesa de 30 á 40 libras y en medio de su sustancia blanda y fibrosa, se encuentran desparramadas las semillas, las cuales los orientales comen tostadas, como en América el maiz. Su madera es muy empleada en ebanistería, siendo de un color amarillo, de un grano fino y muy pesada, como la buena madera de nuestro chañar, aunque un árbol muy distinto. Otro de los árboles muy cultivados por los naturales, es el *bombax* ó árbol del algodon. En nuestro país, en el interior, hay tambien, no un árbol, sinó un arbusto indígena que produce el algodon. El *bombax* que es un bello árbol en Ceilan, produce capullos conteniendo una lana corta y fibrosa, semejante á la seda ó al algodon.

Mezclados con los árboles que acabamos de enumerar, en torno de las chozas de los Singaleses, se alza el magnífico pisang, ó árbol de la banana, semejante á una achira jigante por sus formas, y cuyos dulces, suaves y perfumados frutos son tan conocidos en todas las regiones de las tierras tropicales que los producen, ó en los países templados donde son llevados por el comercio. Esta bella planta bien merece el nombre de «Higuero del Paraiso» que se le ha dado (*Musa paradisiaca*) y de «Arbol de la Sabiduría» (*Musa sapientum*), ambos formando dos especies muy distintas; la primera pequeña, pálida, ó mejor, con el color y el perfume del ambar; muy sabrosa y suave, más un beso que un alimento para la boca; la segunda más grande, más bella, de colores más vivos, muy sabrosa, pero de un aroma menos delicado y no tan suave al paladar. Sus magníficos y bellos racimos dorados, del peso de un quintal ó más, ofrecen unas frutas deliciosas para comer al natural cuando maduras, y asadas cuando verdes. Conócense muchas variedades formadas de las dos especies indicadas. Magníficas espesuras de sus jigantescas hojas (que las damas imitan en sus trajes modernos, con las anchas cintas que cuelgan de sus caderas), de un delicioso y tierno verde, coronando un fragil, pero elegante y flexible tallo herbáceo de 20 á 30 piés de elevacion, desde el cual se estienden, encorvándose con gracia sobre el suelo, dan sombra á las chozas singalesas, formando su más bello adorno natural. Escasamente menos atractivas son, para la vista, las hojas en forma de zaetas de las aróideas, con especial el *Caladium*, que se cultiva por sus raíces suculentas; hallándose en igual caso que la mandioca (*Jatropha manihot*) con sus bellas espesuras de hojas en forma de manos, peculiar de la familia de las *Euforbiáceas*.

Pasaremos ahora á decir algo de la poblacion de Ceylan, segun las vistas del Haeckel; las nuestras las damos más adelante. Tanto en el mismo Colombo, como en todas las costas, sea meridionales ó setentrionales de la isla, con excepcion de la parte del noroeste, la gran mayoría de la poblacion se compone de singalis ó singaleses (este último nombre les dan los ingleses, lo que esplica la doble ortografía que solemos emplear) propiamente dichos, que son los descendientes de Hindustanis, ó indios que invadieron á Ceylan en el siglo VI, antes de Jesu-Cristo; pero en la costa oriental, lo mismo que en las grandes estensiones de las mesetas centrales, los singaleses han sido espulsados por los malabares ó tamiles, de la parte sud de la península índica, con especial de las costas de Malabar. En la actualidad los Tamiles comprenden cerca de un tercio de la poblacion de Ceylan, y su número aumenta todos los años; son más vigorosos y audaces que los singaleses, cayéndoles en lote los trabajos mas pesados; pues los singaleses más afeminados, solo se ocupan de los trabajos agrícolas más livianos.

A esto se añaden los árabes hindus de Ceylan, ó moros, descendientes de los arabes que conquistaron la Isla hace más de dos siglos. El resíduo de la poblacion nativa se compone de aborígenes salvages, llamados *veddas* y *rodiyahs*, provenientes de diversas partes de Asia y Africa; tal vez de los primitivos Etiopes de Osiris, puesto que Heródoto los menciona entre las milicias del ejército de Jerjes; habiendo los otros africanos de las edades posteriores, carecido de marina y comercio (no contando los Egipcios como africanos). A estos se añaden malayos, javaneses, parsis banianos, afganes, negros modernos, acaso provenientes de esclavos traidos por los portugueses, holandeses, etc., de las costas de Africa y Zanzibar; y tambien Cafres traidos por los ingleses; esta última categoría puede alcanzar á 25,000 almas. Los europeos solo llegan de 3000 á 4000, principalmente ingleses y escoceses; y este puñado de hombres superiores, basta ya para mantener en la sumision y la obediencia dos y medio millones de afeminados asiáticos; afeminados sobre todo por sus supersticiones religiosas, que los hacen dejar de ser hombres racionales, convirtiéndolos en majada gobernada por la fé más absurda y contradictoria. El total de esta poblacion mixta, que alcanza segun se ha dicho, á 2.500,000 almas, puede distribuirse como sigue, segun el profesor Haeckel:

Singaleses, en su mayoría boudistas	1.500,000
Tamalis ó Malabares, principalmente indus de religion.	820.000
Hindu Arabes ó Moros, de religion Mahometana.......	150.000
Mestizos de diversas razas..........................	10.000
Asiáticos y Africanos (Malayos, Chinos, negros, etc.)....	3.000
Mestizos, Portugueses y Holandeses llamados *Burghers*.	6.000
Europeos, principalmente Ingleses	4.000
Veddhas (aborígenes)..............................	2.000
Total..................	2.500,000

Es en estos últimos 2000 vedhas, que los misioneros europeos se disputan á porfía, que el cristianismo protestante ó católico, ha hecho algunos prosélitos, en los tres ó cuatro últimos siglos. Las otras razas poseyendo una religion perfecta á su entender (*credo quia absurdum*) y más antigua y popular que la europea, son inquebrantables en sus creencias. ¿Dónde están pues los centenares de miles, que los misioneros de los siglos pasados aseguraban haber convertido y bautizado? Presumo que no se los habrán comido ni los Budhistas, que son excelentes católicos á su modo; ni los singaleses que no son capaces ni de comerse una pulga; y los mahometanos están demasiado ocupados de sus Uris presentes y futuras, para cuidarse de otras cosas. Ahora bien, como sería herético el creer que esos santos misioneros hayan mentido... supondremos beáticamente que han subido en cuerpo y alma á la gloria.

Ahora que conocemos á los hombres, pasaremos á hablar de sus habitaciones, esto es, de sus *bungalow* ó *cottages*, pues tal es el nombre que en Ceylan se dá (á lo que nosotros llamamos *quintas*). La habitacion de Hæckel fué en *Whist Bengalow,* así llamado de uno de su propietarios, muy aficionado al juego de naipes llamado whist. Se halla situado en uno de los parages más pintorescos de las inmediaciones de Colombo, al norte del fuerte, en el ángulo situado entre este y la embocadura del rio Calamy. La descripcion del parage en que se hallaba situado el Bengalow y los jardines de su amigo, es digna de ser reproducida en los términos mismos del profesor:

«La ventilada *veranda* (corredor) domina una perspectiva magnífica sobre el mar, sobre la embocadura del Calamy y sobre una preciosa y pequeña isla cubierta de vegetacion, que forma su Delta. Más al norte la vista puede seguir una larga zona de bosques de cocoteros, que se estiende á lo largo de las costas hasta Negombo. Al sud se estienden los jardines del Bengalow, y mas allá una pintoresca es-

tension de tierras conteniendo desparramadas una cantidad de chozas de pescadores, que parecen dormitar anidadas á la sombra de elegantes palmeros. En su medio se alza un pequeño templo Budhista; y más allá, se estiende un ciénago poderoso, cubierto con el follage del *pandanus*, llamado por los europeos pino de tornillo. De este ciénago nace un estrecho cuello ó istmo arenoso, que se estiende al norte hasta la embocadura misma del rio; y de tal manera dispuesto que parece encerrar un lindo y dormido lago, en frente de nuestro jardin. Algunas chozas de pescadores se alzan sobre esta lengua de tierra, y de la mañana á la noche presenta una constante sucesion de cuadros tan animados como interesantes. Allí, desde que asoma el dia, aún antes de salir el sol, los habitantes de las chozas se reunen para tomar en el rio su baño matinal. En seguida les toca su turno á los caballos y bueyes, internándoseles para que chapaleen en el agua. Infatigables lavanderas se ocupan todo el dia en lavar, batiendo la ropa con largas piedras, y estendiéndolas á secar sobre la ribera. Los botes pescadores van y vienen contínuamente, y en las tardes, cuando se les saca á la rastra sobre la playa, desplegando al sol sus grandes velas cuadradas, la laguna, con su larga fila de velas inmóviles, presenta el espectáculo más pintoresco, con especial cuando las brisas de la tarde hinchan las velas, y el sol hundiéndose en el mar, baña todas las riberas con su irradiacion de oro, naranjado y púrpura.

«El jardin de Whist Bengalow ha sido convertido por el cuidado y buen gusto de su propietario, en un verdadero Eden terrenal, conteniendo muestras de casi todas las plantas indígenas de alguna importancia, y formando de este modo una valiosísima coleccion botánica, igualmente que un fragante y delicioso jardin de placer. En la mañana misma, el dia de mi desembarque, mientras vagaba entre raptos de deleite bajo la sombra de los palmeros, de los higueros columnarios, de los bananos y de las acacias, yo pude formarme una idea bien comprensiva de la flora de las llanuras tropicales. Allí la noble familia de las palmas, en todas sus variedades de follage y fruto, alza sus magníficas columnas de jaspe gris; el cocotero (*cocos nucifera*), el *talipat* ó palma de abanico (*Coripha umbraculifera*), el areca, y el borassus, la cariota y la palmira; allí la banana tiende á la brisa sus grandes hojas en forma de elegantes plumas verdes, ostentando sus dorados y fantásticos racimos de preciosos frutos. Tambien las diversas clases de la banana comun (*Musa sapientum*); un bello ejemplar del árbol del viagero de Madagascar, se presenta igualmente (*Urania speciosa*). Levántase justamente en la division de la aveni-

da principal, de donde una calle que se dirige á la derecha conduce á las habitaciones del Bengalow; y otra que se dirige á la izquierda, conduce á una magnífica muestra del banyano ó higuero de la India (*ficus bengalensis*), formando con sus raices pendientes en el aire y sus numerosos tallos, á manera de una columnada vegetal, del aspecto mas estraño; vénse abrirse entre sus raíces á manera de bellísimas arcadas góticas, semejantes á columnas destinadas á soportar la magnífica cúpula formada por la copadura del árbol. Otros árboles de diversos grupos (terminalias, laureles, mirtos, palo de hierro, árbol del pan, etc.), se hallan cubiertos ó entretejidos con esas bellas plantas trepadoras y enredaderas, que desempeñan un tan importante rol en la flora de Ceylan. Estas pertenecen á las familias más variadas, pues en los densos bosques de esta isla mágica, bajo las favorables influencias de la humedad y del calor, una infinita multitud de plantas trepadoras, suben y se enredan colgando sus festones floridos de los otros árboles, abriéndose paso á pesar de ellos, al aire y la luz superior.

«Entre los atractivos de este delicioso jardin, deben enumerarse esas bellas plantas de grandes hojas, llamadas aroideas (calas entre nosotros) y los elegantes helechos con hojas á manera de plumas, que tanto en su masa individual, como por la belleza y magnitud de su desarrollo, ocupan un puesto importante en la flora inferior de Ceylan. Desparramados entre ellos, se presentan muchos de los más bellos arbustos y plantas de flores de los trópicos, indígenas en parte, en parte introducidas de otras regiones tropicales, con especial de Sud América, pero todas perfectamente aclimatadas allí. Entre ellos se alza el magnífico *Hibiscus*, con grandes flores amarillas y encarnadas; la *Acacia flamígera*, con flores que imitan la llama, por la viveza de sus matices color fuego (*Cæsalpinia*); venerables tamarindos con sus flores aromáticas; mientras por las ramas de todas trepan *convolvulos* con jigantescas flores en forma de campanas, y *aristolochias* manchadas de amarillo y de oscuro. Plantas *liliáceas* tales como lirios, orquídeas, etc., presentan flores en estremo grandes y bellas.

« La vida animal que habita este jardin del Eden, no corresponde absolutamente por su variedad y abundancia, con su mundo vegetal; esto con especial acontece respecto á sus más grandes y notables formas. A este respecto, segun lo que he podido averiguar, la Isla es inferior al Continente Indico y á las Islas de la Sonda; y aún más respecto al Africa tropical y al Brasil. Debo confesar que mi primera impresion fué de gran desencanto, que más bien aumentó que dismi-

nuyó, cuando llegué á investigar más íntimamente su fauna, aún en las regiones silvestres de la Isla. Había esperado encontrar los árboles y espesuras cuajados de monos y de loros, y las plantas floridas con mariposas é insectos alados de curiosas formas y de brillantes matices. Pero mis espectaciones no debían recibir satisfaccion; y consolábame solo de mi desconfitura con el *fiasco* que debían pegarse otros zoologistas que visitasen la isla en el porvenir. Sin embargo, esmeradas investigaciones me han revelado al fin mucho de lo que de interesante y curioso presenta aún, para el zoólogo; y en sus principales rasgos, la fauna de Ceylan, aunque no tan brillante y tan rica como de fantasía, es en realidad tan singular y característica como su flora.»

Se vé, pues, que hasta los sábios no se eximen de tener deseos y fantasías fuera de razon, y de hacer apreciaciones injustas. Ceylan no tiene la culpa de la pobreza de su fauna; la tienen las causas destructoras y ahuyentadoras de esta, durante una larga série de siglos de poblacion y cultura, y es sabido que la poblacion y la cultura son enemigos de toda fauna silvestre. Las plantas como no pueden ni huir, ni ser esterminadas, se conservan en toda su variedad y riqueza. No sucede lo mismo con los animales. En un país de antiguo poblado por el hombre, las llanuras y los bosques no pueden pulular con toda su primitiva, rica y variada vida animal. El hombre, cazador primero, destruye para sustentarse; pastor en seguida, destruye para asegurar el reposo de sus rebaños; agricultor, en fin, destruye siempre para añadir el alimento animal al vegetal; y destruye tambien para asegurar la conservacion de sus cosechas, de parte de los animales perniciosos á sus cultivos. Ahora bien, de estos, los más dañinos y por consiguiente, los más perseguidos y esterminados por el hombre, son los loros y los monos que el profesor esperaba ver aposentados por millares en las plantas. Así en una isla poblada y cultivada de tan antiguo como Ceylan, por todas las naciones más belicosas de la tierra, no podían los loros y monos (que debieron abundar en un principio), multiplicarse mucho, por una razon muy sencilla: porque los loros hacen daño en los campos cultivados, sobre todo en los cereales tropicales, como el mijo y el maíz; siendo además el loro un buen alimento; ni los monos, porque hacen daño en los sembrados y en los huertos frutales á la vez; persiguiéndolos el hombre para librarse de su depredaciones, y para obtener su piel, que es muy estimada en el comercio. Hé ahí por qué la vida no abunda, no digo en los países de una larga data de cultura, pero ni aún en las selvas vír-

genes del Brasil. Porque allí mismo, el salvage y las fieras hacen la guerra á toda la creacion y nada escapa á sus ataques; y porque las aglomeraciones de seres orgánicos en un tiempo dado, dependen de las leyes que rigen su alimentacion y su régimen de vida. Los loros y monos se ven en ciertas estaciones en los bosques inmediatos á los sembrados y huertas; no en todas las estaciones, ni en todas partes; y las aves y mariposas en las estaciones y árboles que son de su habitud. Pero sigamos al ilustre profesor (el cual viviendo en Europa, no está al cabo de estos detalles de la vida intertropical) Hæckel, con su espresion hábil, todo lo que toca lo convierte en oro:

« Los animales vertebrados que primero llamaron mi atencion en Whist Bengalow y en las inmediatas vecindades de Colombo, fueron numerosos reptiles de brillantes colores y de curiosas formas, con especial serpientes y cigarras; y el *ixalus* ó pequeña ranita de árbol, cuya nota melancólica, semejante á una campanilla, se hacía oir por las tardes. Las principales aves que visitaban el jardin consistían en estorninos, cuervos, nevatillas acuáticas y atrapa-abejas; y sobre todo un diminuto colibrí, el *Nectarinia,* que aquí hace las veces del guainambi; los martin-pescador y las garzas, abundan en las márgenes del rio. Entre los mamíferos, el más comun es una pequeña y linda ardilla que se observa triscar entre los árboles y arbustos y que es muy mansa y familiar; su color es un gris oscuro, con tres listas blancas que se estienden por el lomo *(Sciurus tristriatus).* Entre los insectos, de los que por todo se ven densos enjambres, los primeros dignos de nota son las hormigas (habiéndolas desde las más diminutas, hasta las más jigantescas, inclusos los términtes detructores, ú hormigas blancas) avispas y abejas entre los himenopteros; y las moscas y mosquitos entre los dípteros, son tambien muy abundantes. Las mayores y más bellas formas de la vida insectil, tales como las catangas, las mariposas, etc., no se presentan en armonía con la magnífica flora de la Isla. Los ortopteros, cigarras, grillos, etc., se presentan, por el contrario, variados y curiosos por sus formas.

« Con relacion á los animales articulados, las arañas *(Arachnides)* forman aquí una clase tan interesante, como curiosa; desde los sinifes, garrapatas y piques mas diminutos, hasta la araña pájaro y el escorpion. Sus próximos aliados los ciento piés ó *miriapodas,* son muy venenosos y de un tamaño colosal, habiéndolos hasta de un pié de largo. Pude ver un magnífico ejemplar en la siguiente mañana de mi llegada en el jardin de Whist Bengalow; pero me hallaba demasiado absorto en la contemplacion de las glorias del dominio vegetal

en torno mio, para tener tiempo de hacer un examen más detenido del dominio animal.»

Por lo demás, nuestro activo profesor fué desde un principio objeto de la mayor admiracion de parte de los lánguidos Anglo-hindus, y de los haraganes de Singalies, cuando lo veían con su blanco traje de brin de hilo y su sombrero de paja á la Zola, desafiando los ardores del sol tropical del medio dia, y aún á menudo las lluvias diluvianas de los trópicos; á más de arriesgar á cada paso las mordeduras de infinitas sanguijuelas y corrochos, y las picaduras de mosquitos y escorpiones; pero siguiendo imperturbable sus investigaciones de la mañana á la noche. Es sin embargo á este constante ejercicio corporal, y á su invariable temperancia en el comer, que el profesor Haeckel atribuye la perfecta salud que disfrutó en la Isla. El sostuvo bien el vigor de la raza germánica en los trópicos; y si esta está llamada á dominar el mundo en pos de la raza inglesa, de seguro que no se mostrará menos adaptable que esta á las alternativas de los climas y naturalezas más estremas.

Pero la más interesante parte de los estudios del profesor Haeckel durante su residencia en Ceylan, fué su escursion á una selva desierta *(Jungle)* de Ceylan, siendo esta la primera y la más deliciosa escursion del profesor en esta Isla. Lo primero que hizo fué visitar una aldea Singali llamada Kaduwella, situada á la márgen izquierda ó meridional del rio Kalaniy, á unas 10 millas de Colombo. A la partida, que tenía su punto de arranque de Whist Bengalow, se unieron todos los alemanes residentes en las inmediaciones de Elie House, dirijiéndose al sitio designado, en pequeños carruages de un caballo, que son universales en Ceylan, tirados por *poneys* birmanes en estremo lijeros, pero que se postran cuando la jornada pasa de 10 millas. Los caballos son rara vez empleados en Ceylan, tal vez por los motivos que Speke y Stanley nos revelan en sus viages al travez del Africa Ecuatorial, á saber, que en la zona tórrida el caballo es atacado y exterminado por un mal muy rápido. Los caballos empleados en esta Isla vienen de la Arabia, de la India ó de Australia; y en Ceylan, mientras viven, se les emplea solo en tirar carruages de lujo, ó de muelles: el caballo europeo no resiste al clima. Los bueyes se puede decir que son los principales animales de tiro ó de carga del país, pues las mulas, ó son desconocidas ó son poco empleadas aún por los ingleses, no obstante saberse que las mulas resisten en general mejor al clima de la zona tórrida, que al de las frias latitudes.

Así, el profesor Haeckel se encontró en su camino con una larga hi-

lera de carretones tirados por una y por dos yuntas de bueyes, siendo este el principal medio de transporte empleado en Ceylan, despues del ferro-carril. Todos estos bueyes pertenecen á la clase del Zebú ó buey jorobado de la India (*Box indicus*), animal bastante feo de figura, comparado con las elegantes proporciones del buey europeo; siendo aún más feo que el camello, uno de los animales más inelegantes y feos. En una palabra, las orejas del zebú son más grandes que los cuernos, y lo demás en correlacion. Se conocen muchas variedades; la más pequeña es la más ligera y ájil. Un par de ellos sirven para llevar veinte cuartillas de arroz á las montañas (cuesta arriba); volviendo con 60 cuartillas de café á Colombo (cuesta abajo). El profesor Haeckel señala entre los más bellos de los paisages de las bajas tierras, que tuvo que atravesar siguiendo el camino de Caduwella, el punto medio que ocupan entre el jardin y la selva, entre la naturaleza cultivada y la inculta, entre el poblado y el desierto; siendo para mejor comprension entre nosotros, una cosa parecida á los bosques inmediatos á Villa Maria, en el ferro-carril de Córdoba, con la diferencia que puede existir entre nuestros pobres bosques de Mimoseas, y las ricas y variadas selvas de árboles y enredaderas tropicales jigantescos en Ceylan.

«Rodeado, dice Haeckel, por los árboles magestuosos, todos con colgaduras y sobrecargados de trepadoras y enredaderas, uno se figura á veces encontrarse en medio de una selva desierta; pero una pequeña choza casi oculta debajo de un *árbol de pan;* un perro ó un cerdo que salen debajo unos matorrales; niños que juegan á las escondidas detrás de las hojas del *Caladio*, sirven para recordarnos que solo nos encontramos en las quintas ó chacras de Ceylan; mejor, en sus jardines rústicos, pues aquí no hay nada semejante á nuestros cultivos industriales ó de chacra. La selva real, por otra parte, no se encuentra muy lejos en medio de esa naturaleza semi-salvage, adivinándose su proximidad, con su múltiple justa posicion de toda clase de árboles tropicales, con sus orquídeas, clavos, lirios, malváceas y otras bellas clases de plantas de flores, presentando todas las variedades y el designio aparente de un costoso jardin de recreo. Esta singular mescolanza de la naturaleza y del cultivo, es visible aún en los accesorios humanos de estos bosques jardines; pues tan grande es la sencillez de sus viviendas y del vestido de los singalis que las habitan, que aunque descendientes de una antigua y civilizada raza, hay poco ó nada en su aspecto que los diferencie de los verdaderos salvages.»

¿Por ventura el hombre, en la caducidad de una antigua civiliza-

cion, llega acaso á semejarse al salvage? No: es la religion de estos gimnosofistas, la que los condena á la ignorancia, la desnudez, la impotencia, la haraganería y la miseria consiguiente. Es el hinduismo que hace esclavo de cuerpo y alma, ó el boudhismo que hace idiota, lo que ha reducido á estos hombres, desde la más remota antigüedad, á un salvagismo persistente y concentrado. La barbarie perpétua es la fruta del árbol cultivado de la superstícion: y la barbarie es el mal, la impotencia, bajo un déspota, ó bajo el yugo estrangero. Los hindus, esos millones de hombres que salen de una esclavitud, para entrar en otra, no tienen otro vicio que la superstícion. Pues bien, ese vicio vale por un millon, pues los esclaviza y los degrada. Sin superstícion, ellos serían un gran pueblo y no habría en la tierra quien los resistiese: con la superstícion que los convierte en el rebaño de sus sacerdotes, cualquiera, el que se le antoje, puede esclavizarlos y someterlos, como se esclaviza y somete un rebaño de carneros. ¿Direis que con esto gana el órden? Pues no! No hay pueblos más revoltosos que estos carneros, cuando no los manda el sable desnudo.

Llegados á Kaduwella, despues de tomar un descanso y refrigerio en el *Rest-House*, establecimiento con que el gobierno suple los hoteles que faltan por completo en Ceylan y en Egipto, en las principales ciudades, el profesor Hæckel hizo una primera tentativa para penetrar en una selva hindu; el resultado vamos á verlo en sus propios términos.

« Esta selva no es, propiamente hablando, una selva primitiva, aún no hollada por la planta del hombre civilizado (que si existen en Ceylan no deben ser muchas, ni de grande estension); pero responde perfectamente á nuestra idea de una tal selva, en el hecho de componerse de una densa é impenetrable masa de grandes árboles de toda especie, nacidos en desórden y sin la menor regularidad, designio ni trabajo de parte del hombre; hallándose rodeada y abrumada por una balumba de plantas trepadoras y de enredaderas, de helechos, de orquídeas y otros parásitos, cuyos intersticios se presentan de tal modo repletos con una masa entreverada de matorrales y malezas, que se hace imposible el despejar una planta ó árbol de su enmarañamiento para reconocer y distinguir su especie de las otras. Mi primera tentativa para penetrar á través de una tal espesura, fué suficiente para convencerme de la imposibilidad de la empresa de otro modo que á hierro y fuego. Una hora de duro trabajo á penas si me hizo avanzar unos cuantos pasos dentro de la espesura, viéndome forzado á reconocerme vencido y á declararme en retirada, picoteado por los mos-

quitos, mordido por las hormigas, con las ropas desgarradas y los brazos arañados y ensangrentados por las espinas y puas con que la palma enredadera (*calamus*), el hibuco trepador, el euforbio y multitud de otras plantas de la selva, rechazan toda tentativa hecha para penetrar á travez de su enmarañado laberinto. Solo de un modo se podría, y es echando un rinoceronte por delante, pués ya sabemos que este animal se abre paso aún á travez de una selva de duro hierro y acero.

« Pero esta tentativa, aunque vana, no fué del todo infructuosa, pues me habilitó para formar una magnífica idea de esa selva en su conjunto ; con especial del esplendor de sus árboles y enredaderas ; á más de introducirme en los misterios de muchas variedades distintas de la existencia animal y vegetal, que ofrecían el mayor interés ; allí fué donde descubrí la magnífica *gloriosa superba*, la enredadera venenosa del lirio, de Ceylan, con flores encarnadas y ambar ; el espinoso *hibiscus radiatus*, con grandes flores crateriformes de color de azufre, que desciende al violeta en el interior ; mientras que en torno de ellas revolotean delgadas y jigantescas mariposas negras, con manchas de un rojo sanguinolento en sus alas en forma de cola, junto con insectos y moscas dragones que pasan despidiendo un brillo metálico. Pero mi deleite llegó á su colmo cuando durante esta mi primera tentativa para penetrar en una selva desierta en Ceylan, llegué á encontrarme con dos de sus más característicos habitantes entre sus más elevadas clases de animales, los *loros* y los *monos*. Una bandada de loros verdes huyó chillando de la copa de un árbol elevado, cuando vieron mis manos armadas de una escopeta ; y al mismo tiempo una gran tropilla de grandes monos negros penetró prorrumpiendo en gruñidos, internándose en las selvas. No conseguí hacer un buen tiro ni en unos ni en otras ; parecían hallarse muy familiarizados con las escopetas. Consolóme, sin embargo, asegurando con mi primera bala un enorme lagarto, de una tribu á quien tienen un gran terror los supersticiosos hindus (el *Hidrosaurus salvator*). Esta enorme especie de cocodrilo hallábase tomando sol á la orilla de un charco y asestèle tan bien la bala en la cabeza, que quedó muerto en el acto. Si no le hubièse asestado tan bien, probablemente se habría sumerjido en el agua y no lo hubiese vuelto á ver más. Por lo demás hay que guardar sus precauciones para acercarse á una iguana, pues de otro modo se puedè recibir un guarapalon fatal ; como su cola es dura y escamosa, esa es su arma defensiva, y con ella puede hasta quebrar un miembro.»

(Continuará).

ÍNDICE GENERAL

DE LAS

MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO VIGÉSIMO SÉTIMO


New York Botanical Garden Library
3 5185 00257 8399

